

الميكانيك والحرارة

للصف الثاني المتوسط

الفصل الدراسي الأول

طبعة ابتدائية

1437 هـ


بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمدُ للهِ معزِّ الإسلام بنصره، ومُذلِّ الشركِ بقهره، ومصرِّف الأمور بأمره، ومستدرجِ الكافرين بمكره، الذي قدّر الأيام دولاً بعدله، وجعل العاقبةَ للمتقينَ بفضلِه، والصلاةُ والسلام على من أعلى اللهُ منارَ الإسلام بسيفِه.

أما بعد:

فإنه بفضل الله تعالى، وحسن توفيقه تدخل الدولة الإسلامية اليوم عهداً جديداً، وذلك من خلال وضعها اللبنة الأولى في صرح التعليم الإسلامي القائم على منهج الكتاب، وعلى هدي النبوّة وبفهم السلف الصالح والرعيل الأول لها، وبرؤيةٍ صافية لا شرقيّة ولا غربيّة، ولكن قرآنية نبوية بعيداً عن الأهواء والأباطيل وأضاليل دُعاة الاشتراكية الشرقيّة، أو الرأسمالية الغربيّة، أو سماسرة الأحزاب والمناهج المنحرفة في شتّى أصقاع الأرض، وبعدما تركت هذه الوافدات الكفرية وتلك الانحرافات البدعية أثرها الواضح في أبناء الأمة الإسلامية، نهضت دولة الخلافة -بتوفيق الله تعالى- بأعباء ردّهم إلى جادّة التوحيد الزاكية ورحبة الإسلام الواسعة تحت راية الخلافة الراشدة ودوحتها الوارفة بعدما اجتالتهم الشياطين عنها إلى وهدات الجاهلية وشعابها المهلكة.

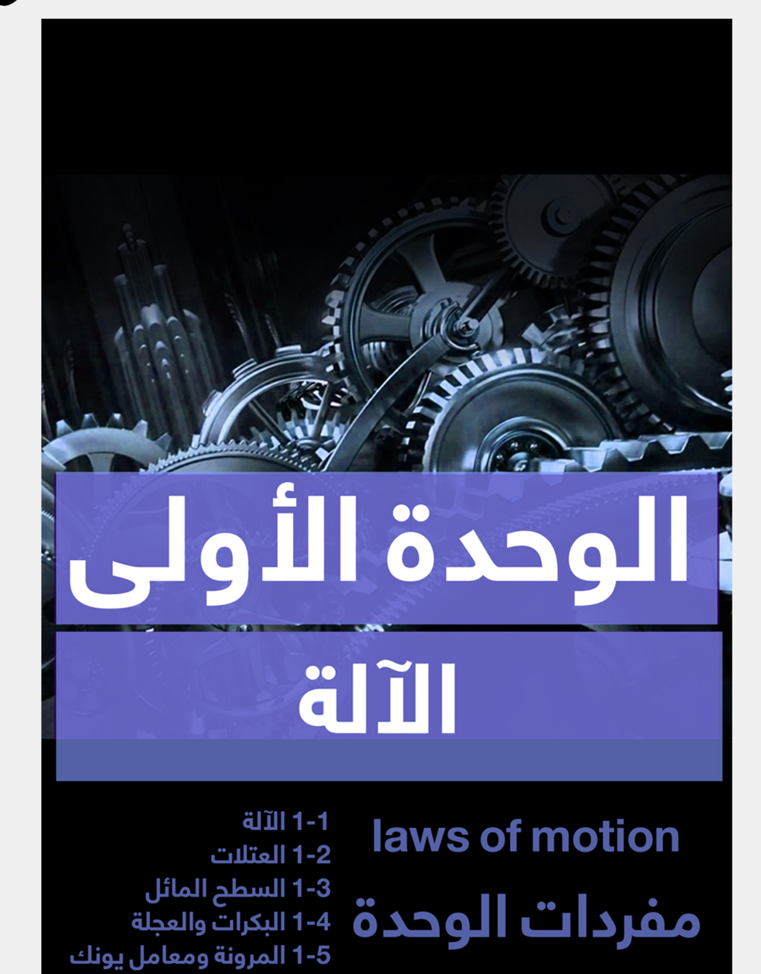
وهي اليوم إذ تُقدم على هذه الخطوة من خلال منهجها الجديد والذي لم تدخر وسعاً في اتّباع خطى السلف الصالح في إعداده، حرصاً منها على أن يأتي موافقاً للكتاب والسنة مستمداً مادته منهما لا يحيد عنهما ولا يعدل بهما، في زمن كثُرَ فيه تحريف المنحرفين، وتزييف المبطلين، وجفاء المعطلين، وغلوا الغالين.

ولقد كانت كتابة هذه المناهج خطوة على الطريق ولبنة من لبنات بناء صرح الخلافة وهذا الذي كُتِب هو جهد المُقِل فإن أصبنا فمن الله وإن اخطأنا فمنا ومن الشيطان والله ورسوله منه بريء ونحن نقبل نصيحة وتسديد كل مِحب وكما قال الشاعِر:

وإن تجد عيباً فسُدَّ الخللا ... قد جلَّ من لا عيب فيه وعلا

(وآخر دعوانا أن الحمد لله ربِّ العالمين)

المحتويات



الوحدة الثانية

قوانين الحركة

laws of motion

مفردات الوحدة

1-2 القانون الأول.
2-2 القانون الثاني.
3-2 القانون الثالث.
4-2 قانون الجذب العام.
5-2 السقوط الحر للأجسام.





المقدمة

عزيزي طالب العلم المسلم ها أنت تُقبل على المرحلة الأُخرى من دراستك المتوسطة وقد كانت تجربتك السابقة في تعلم بعض أساسيات علم الفيزياء هي بداية طيبة ونأمل في هذه المرحلة استكمال هذه الأساسيات لتكون مؤهلاً لاستقبال المزيد من هذا العلم الضروري لتطوير مفاهيم الإنسان الذي عليه بناء هذه الامة، وما تحتاجه من قوة ومنعة وحيطة لأمان المسلمين عامة في خلافتهم للأرض بما يرضي الله وتقيم شرعه.

فأملنا أنت، وأنت وجيلك ستكون اللبنات الراسخة القوية لهذه الأمة أمة محمد ﷺ فكن كما أرادك ﷺ.

يضم الكتاب أربع وحدات هي (الوحدة الأولى–الآلة، الوحدة الثانية–الحركة وقوانينها، الوحدة الثالثة–الضغط وميكانيك الموائع الساكنة والمتحركة، الوحدة الرابعة–الحرارة).



تساؤلات

- عند حصول عطل في السيارة يستخدم السائق عدداً كثيراً من الآلات لمعالجة الموقف. لماذا ؟
- عند فتح الباب نستخدم المفتاح فكيف يعمل المفتاح ؟
- في بعض الدوائر الحكومية والعامة نلاحظ وجود درج وبقربه منحدر خاص يستعمله المعوقون لماذا ؟
- عند المناطق الجبلية يكون وضع الطرق بصورة تختلف عن مناطق السهول.لماذا ؟
- افترض أنك في سيارة أبيك الخاصة وفجأة غرزت إحدى إطارات السيارة في أرض رملية، ما الطريقة الميكانيكية الأفضل لرفعها عن الأرض وأنت لوحدك ؟
- ماذا لو كان مقبض باب غرفتك قريباً جداً من محور دورانه (المفصل)؟



الوحدة الأولى

الآلة

laws of motion

مفردات الوحدة

1-1 الآلة
1-2 العتلات
1-3 السطح المائل
1-4 البكرات والعجلة
1-5 المرونة ومعامل يونك

الوحدة الأولى

المصطلحات العلمية

Efficiency	الكفاءة
Lever	العتلة
In clined plane	السطح المائل
Pulley	البكرة
Wheel	العجلة
Pivot	المرتكز
Torque	العزم

الأغراض السلوكية

بعد دراسة الوحدة ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يقارن بين أنواع الآلات البسيطة.
- يعطي أمثلة من البيئة اليومية لأنواع العتلات الثلاث.
- يُعَّرف كُلاً من السطح المائل والبكرة والبريمة والعجلة.
- يذكر كيفية معالجة الآثار الناجمة عن الاحتكاك للآلات والمكائن.

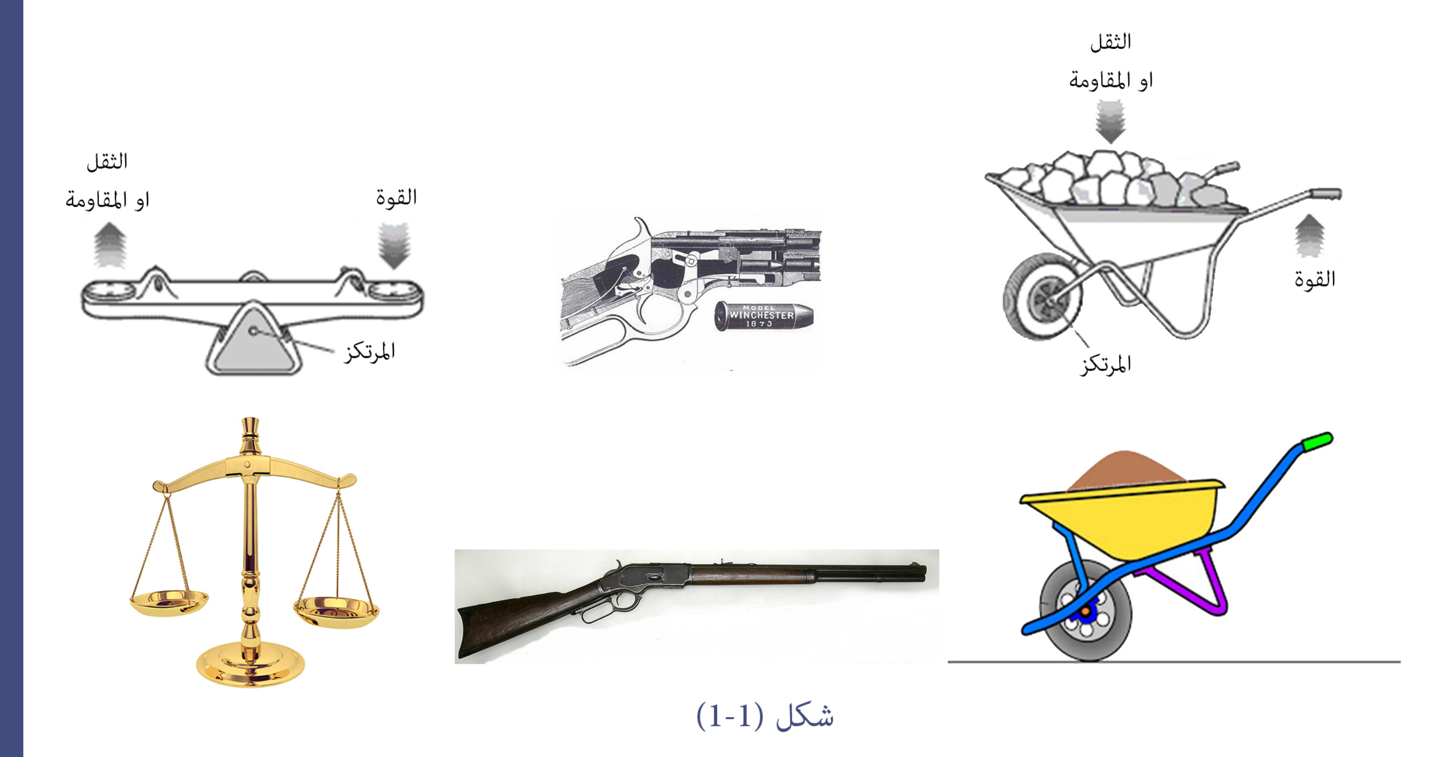
الآلات البسيطة

الأهداف من الدرس :

- يُعرّف الآلة.
- يُعدّد فوائد الآلة.
- يُقارن بين أنواع الآلات البسيطة.
- يُعطي أمثلة من البيئة لأنواع العتلات.

1-1 الآلات البسيطة Simple Machines:

نستعمل في حياتنا اليومية كثيراً من الآلات التي تساعدنا على تسهيل إنجاز أعمالنا. وتعمـل الآلة على تقليل الجهد المبذول من قبل الإنسان لإنجاز هذه الأعمال, ومـن الأدوات البسيطة التي نستعملها لإنجـاز أعمالنا اليومية هـي العتـلة والمسمـار المحوري والمِقص والمِطرقة والسـطـح المائل والبكرة والعجلة. لاحظ الشكل (1-1)



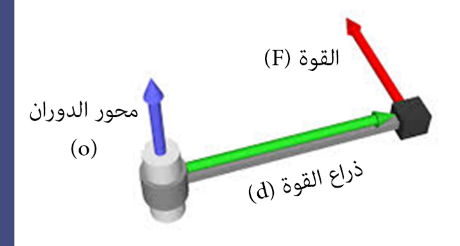
شكل (1-1)

مفهوم العزم (Torque): إن محاولتك فتح أو غلق باب الغرفة أو الشباك يحتاج إلـى تأثير قوة على بعد معين من محور الدوران (مفصل الباب) وتسمى هذه المحاولة بالعزم (Torque) وهو محاولة القوة لتدوير جسم حول محور معين الذي , يمكن حساب مقداره من خلال العلاقة وكما في الشكل (1-2):

العزم = القوة المؤثرة × بعدها العمودي عن محور الدوران



$$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$$



الشكل (١-٢) العزم

وحدة العزم هي (N.m)

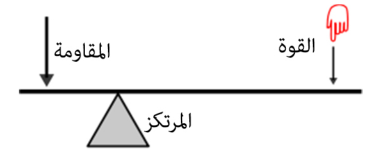
1-2 العتلات Levers:

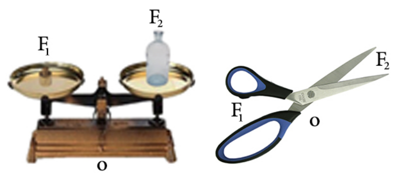
العتلة: هي جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت وعملها يعتمد على مفهوم العزم.وعندما تتزن العتلة أُفقياً فإن عزم القوة = عزم المقاومة

وتصنف العتلات إلى أنواع ثلاثة حسب مواقع القوة والمقاومة، ونقطة الاسناد(المرتكز).

النوع الاول : هو النوع الذي يكون فيه المرتكز واقعاً بين نقطة تأثير القوة ونقطة تأثير المقاومة (الثقل).

لاحظ الشكل (1-3) مثل المِيزان والقبان التجاري والمِقص.

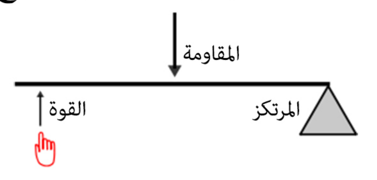


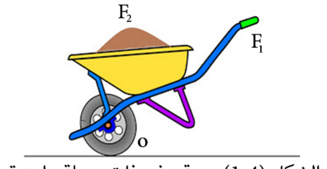


الشكل (1-3) الميزان والقبان التجاري

النوع الثاني : وهو النوع الذي يكون فيه نقطة تأثير المقاومة بين المُرتكز ونقطة تأثير القوة,

لاحظ الشكل (1-4). مثل مفتاح القناني وعربة اليد والباب.

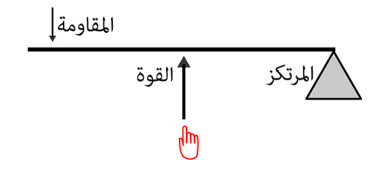


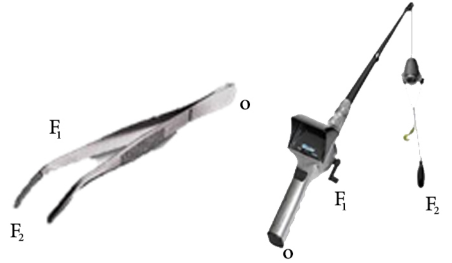


الشكل (1-4) عربة دفع ذات عجلة واحدة

النوع الثالث : وهو النوع الذي يكون فيه نقطة تأثير القوة واقعة بين المُرتكز ونقطة تأثير المقاومة,

لاحظ الشكل (1-5) مثل سنارة الصيد والمِلقط.





الشكل (1-5) صنارة الصيد والمِلقط

هل تعلم؟

◂ أن الأجهزة المتنوعة التي يستخدمها البشر بكافة أنواعها هي عبارة عن تجميع للآلات البسيطة مثل (الدراجة, الباخرة, الطائرة, ...)





قانون العتلات

الأهداف من الدرس :

- يُبيّن قانون العتلات.
- يَحل أمثلة رياضية.

1-1 قانون العتلات:

ترتبط القوة والمقاومة بعلاقة رياضية ,وعندما تكون العتلة متزنةأفقياً فإنَّ عزم القوة = عزم المقاومة

القوة × بعد القوة عن المرتكز = المقاومة × بعد المقاومة عن المرتكز

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

فوائد استعمال العتلات: هو الحصول على ربح ميكانيكي وتقليل الجهد المبذول واختصار الوقت المستغرق، وتكون قيمة الربح الميكانيكي واحداً أو أقل أو أكثر، ويكون عدداً مجرداً من الوحدات.

الربح الميكانيكي = المقاومة / القوة

$$\text{Mechanical Advantage} = \frac{\text{load}}{\text{force}}$$

$$MA = \frac{F_2}{F_1}$$

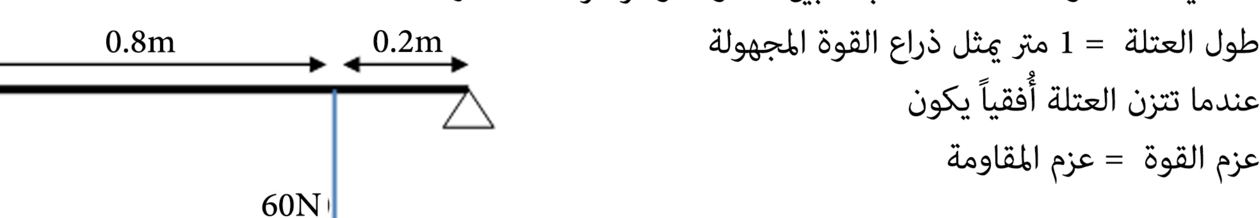
هل تعلم؟

◄ ان الربح الميكانيكي هو مقلوب سرعة الإنجاز فإذا كان الربح الميكانيكي أكبر من الواحد كان بها الزمن أقل من الواحد.

مثال 1-1

عتلة مترية مرتكزها في أحد طرفيها عُلِّق ثقل مقداره (60N) على بعد (0.2m) عن مرتكزها, ما مقدار القوة التي تؤثر في طرفها الآخر لكي تتزن العتلة أُفقياً؟ وكم هو ربحها الميكانيكي؟





المعطيات: المقاومة = 60 نت، البعد بين المقاومة والمرتكز = 0.2 متر

طول العتلة = 1 متر يمثل ذراع القوة المجهولة

عندما تتزن العتلة أُفقياً يكون

عزم القوة = عزم المقاومة

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

$$F_1 \times 1 = 60 \times 0.2$$

$F_1 = 12N$ القوة اللازمة

نحسب الربح الميكانيكي

$$MA = \frac{F_2}{F_1}$$

$$MA = \frac{60}{12} = 5$$

مثال 1-2

عتلة طولها (0.6m) ومرتكزها في أحد طرفيها عُلِّق ثقل مقداره (20N) في الطرف الآخر, ما مقدار القوة المؤثرة في منتصف العتلة لكي تتزن العتلة أُفقياً؟ وما مقدار الربح الميكانيكي للعتلة؟



0.6m

0.3m

20N

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

$$20 \times 0.6 = F_2 \times 0.3$$

$$F_2 = \frac{12}{0.3} = 40N$$

نحسب الربح الميكانيكي

$$MA = \frac{F_2}{F_1}$$

$$MA = \frac{20}{40} = 0.5$$

السطح المائل

الأهداف من الدرس :

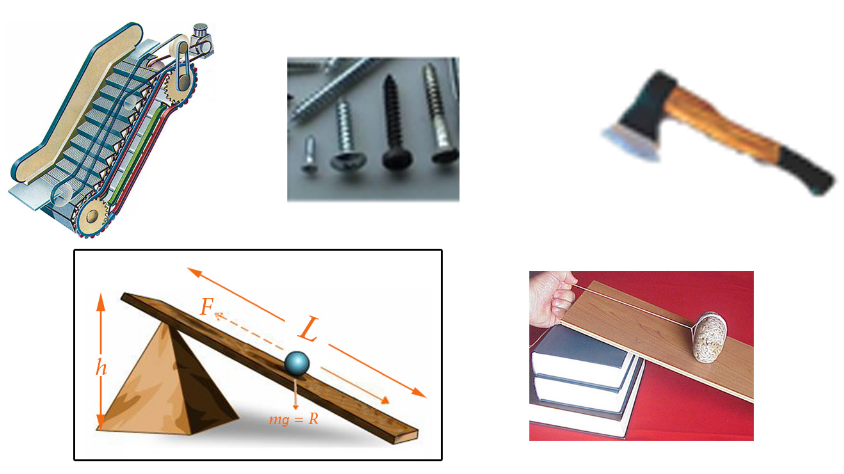
- يُعرِّف السطح المائل والبكرة.
- يُعدِّد أنواع السطح المائل والبكرات.
- يُوضِّح التطبيقات العملية للسطح المائل والبكرات.

1-3 السطح المائل Inclined plane:

هو جسم صلب يصل بين مستويين مختلفين, وهو مُنحدَر بسيط فائدته تقليل القوة اللازمة لتحريك جسم إلى ارتفاع معين وكلما زاد طول السطح المائل قلت القوة اللازمة لتحريك الجسم, لاحظ الشكل (6-1) ومن العلاقة التالية:

$$\frac{L}{h} = \frac{R}{F}$$

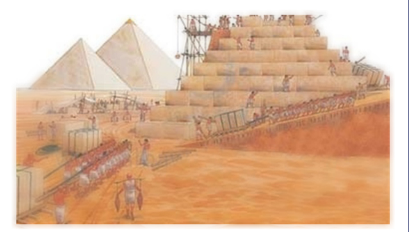
فإنَّ (L) طول السطح.
وان (h) ارتفاع السطح



شكل (6-1) انواع السطوح المائلة

هل تعلم؟

- أن السطح المائل أُستعمل من قبل قدماء المصريين في بناء الأهرامات إذ تمكنوا من نقل الاحجار التي تزيد كتلة الحجر الواحد منها على (12000kg) إلى ارتفاعات عالية.



- يعتمد ربح القوة على طول السطح المائل وارتفاعه فيزداد كلما ازدادت نسبة طول السطح إلى ارتفاعه.

البريمة: هي سطح مائل لف حول محور أسطواني ويطلق على البعد بين كل سِنَّين متتاليَين منها بدرجة البريمة لاحظ الشكل (1-7)

الشكل (1-7) البريمة

الأسفين: هو سطح مائل مزدوج يستعمل في كثير من التطبيقات العملية مثل السكين والفأس. كما في الشكل (1-8).

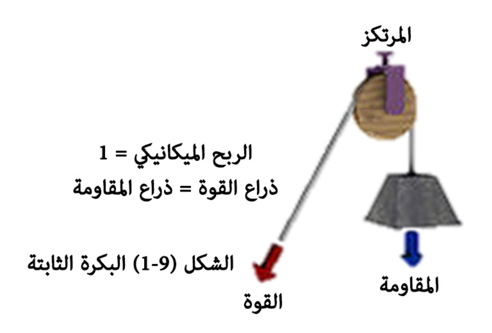
الشكل (1-8) الأسفين

1-4 البكرة Pulley:

البكرة: جسم صلب أسطواني ذو أُخدود يلف عليها حبل (سلك أو سلسلة) ولها القابلية على الدوران حول محور مركزي عمودي على وجهيها. وتستعمل لرفع أو خفض الأثقال ونقل القوة.

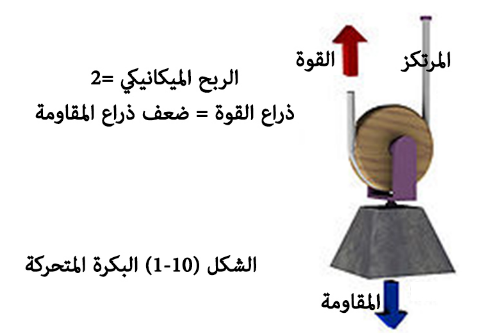
انواع البكرات :

اولاً : البكرة الثابتة : هي البكرة التي يبقى محورها ثابت الموضع أثناء الاستعمال, وتستعمل لرفع الأثقال إلى الأعلى مثل البكرة المستعملة من أعلى سارية العلم, والفائدة منها تغيير اتجاه القوة إذ القوة تساوي وزن الثقل.



الشكل (1-9) البكرة الثابتة

ثانياً : البكرة المتحركة : هي البكرة التي يتغير موضع محورها مع حركة الثقل أثناء الاستعمال إذ يربط الثقل المراد رفعه إلى محور البكرة والفائدة منها تقليل القوة المستعملة إلى النصف من وزن الثقل.



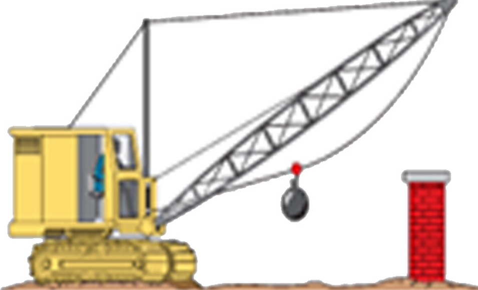
الشكل (1-10) البكرة المتحركة

إذا استعملت مِجموعة من البكرات الثابتة والمتحركة فإنها تكون ما يسمى **بالمبكرة** تستعمل لنقل وتحريك الأجسام الثقيلة.

الشكل (1-11) المبكرة

هل تعلم ؟

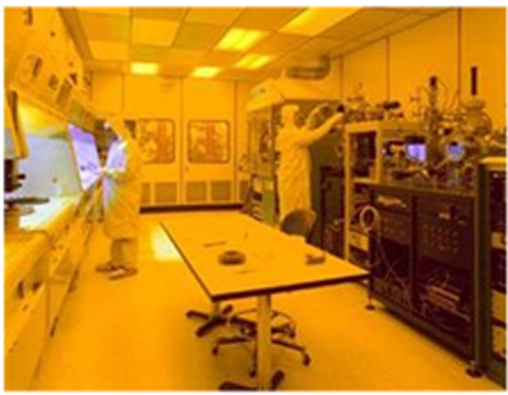
- أن هناك نظاماً يحوي بكرات ثابتة وأخرى متحركة والفائدة منها تقليل القوة اللازمة لرفع أثقال كبيرة وتغيير اتجاه القوة.



- يمكن زيادة أو تقليل السرعة (عدد الدورات في الدقيقة) بوساطة البكرات.











الشكل (13-1) أناس يعملون في هذا المجال

العجلة

الأهداف من الدرس :

- يُعرّف الطالب العجلة واستخداماتها.
- يَذكُر كيفية معالجة الآثار الناجمة عن الاحتكاك للآلات والمكائن.

1-5 العجلة Wheel:

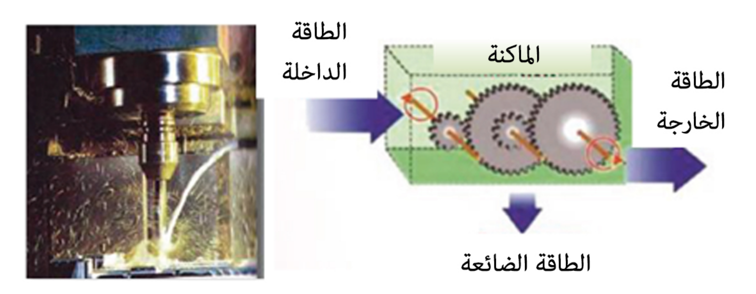
وهي جسم صلب أسطواني يدور حول محور وهي عبارة عن آلة بسيطة تنقل الحركة وتستعمل لتغيير مقدار سرعة أو اتجاه الدوران أو كليهما, لاحظ الشكل (1-14).





الشكل (1-14) العجلات

كفاءة الآلة : تقوم الآلة بتحويل الطاقة الداخلة اليها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة يكون مفيداً لإنجاز شغل معين، ولكن بسبب الاحتكاك فإنَّ جزءاً من الطاقة الداخلة يتحول إلى طاقة حرارية غير مفيدة (طاقة ضائعة) لاحظ الشكل (1-15).



الشكل (1-15) يوضح كفاءة الآلة

هل تعلم؟

- تزداد كفاءة الآلة بتقليل الاحتكاك ولا توجد آلة كفاءتها 100% أي مثالية وهناك الآن يتم تقليل الاحتكاك فيها بإضافة الزيوت والشحوم او استعمال المضاجع الكروية(Ball bearings).

المرونة وصفات الجسم الصلب

الأهداف من الدرس :

- يُوضح مفهوم المرونة.
- يُعرف حد المرونة.
- يُعرف الإجهاد.
- يُعرف المطاوعة النسبية.
- يحل مسائل تطبيقية خاصة بمعامل يونك

ماذا يحصل لجسم صلب حينما يتعرض لقوة خارجية؟ كما يحصل حينما تتعرض العتلة إلى قوة، ستقاوم مكونات الجسم الصلب هذه القوة فتمنع تشوه الجسم في أبعاده أو شكله، وقد اعتمدنا في دراستنا العتلات على أن الجسم لا يتشوه وفي الحقيقة إن الجسم يحصل فيه تشوه في الطول أو الحجم.... لكي نتعلم هذه الصفة الجديدة المرونة وهي قابلية الجسم على استعادة شكله أو طوله حين زوال القوة المؤثرة فيه. لكن هناك قوى كبيرة قد تحدث تشوهًا ثابتًا في الجسم وفي هذه الحالة نقول أن الجسم تعرض لقوة أكبر من مرونته. فمن أين تأتي هذه القوة؟ مصدر هذه القوة هو قوة ترابط وتماسك الجزيئات المكونة للمادة، فالمادة التي مرونتها عالية هي التي تحافظ على شكلها تحت تأثير القوى الكبيرة، لذلك المعادن في الصناعة عند قولبتها تحتاج لعمليتين، تسخينها وتسليط قوة كبيرة عليها لتُشكل بالشكل المطلوب.

فلو علقنا ثقلًا في نهاية سلك مثبت على دعامة سنلاحظ أن السلك يستطيل وإن مقدار الزيادة يتناسب مع القوة المسلطة، وهذا ما يسمى قانون هوك. ,وهذا يحصل ضمن حدود المرونة (اكبر قوة لا تحدث تشوها في المادة أزالتها).

الاجهاد (Stress): القوة المسلطة عموديا على وحدة المساحة تدعى اجهادا.

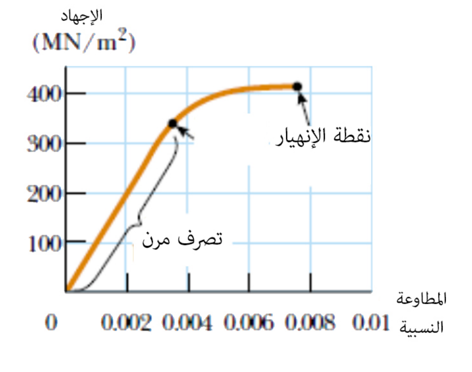


$$\text{Stress} = \frac{F}{A} \qquad \text{الاجهاد} = \frac{\text{القوة العمودية}}{\text{المساحة}}$$

ويقاس بوحدة N/m^2

المطاوعة النسبية (Strain): النسبة بين الزيادة الحاصلة بالطول بتأثير قوة إلى الطول الأصلي.

$$\text{Strain} = \frac{\Delta L}{L_o}$$



شكل (17-1)

وقد وجد المهندسون أن النسبة بين الاجهاد والمطاوعة النسبية كمية ثابتة للمادة الصلبة سميت بمعامل يونك.

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_o} \qquad \text{معامل يونك} = \frac{\text{الاجهاد}}{\text{المطاوعة النسبية}}$$

ويقاس بوحدة N/m^2

إذ أن:

Y: معامل يونك.

F: القوة المسلطة على الجسم.

A: مساحة المقطع العرضي.

ΔL: مقدار الزيادة الحاصلة في الطول.

L_o: الطول الأصلي.

مثال 1-1

سلك فولاذي طوله 4m ومساحة مقطعه العرضي $0.05cm^2$ ما مقدار الزيادة الحاصلة في طوله إذا سحب بقوة 500N؟ معامل يونك للفولاذ = $200 \times 10^9\ N/m^2$



$$\text{معامل يونك} = \frac{\text{الاجهاد}}{\text{المطاوعة النسبية}}$$

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_\circ}$$

$$Y = \frac{F \cdot L_\circ}{A \cdot \Delta L}$$

$$\Delta L = \frac{F \cdot L_\circ}{Y \cdot A}$$

$$\Delta L = \frac{500 \times 4}{20 \times 10^{10} \times 0.05 \times 10^{-4}}$$

$$\Delta L = 2 \times 10^{-3} m = 2mm$$

ولأهمية الموضوع في البناء والتصاميم توجب معرفة معاملات يونك لكثير من المواد كما في الجدول الآتي:

المادة	معامل يونك (N/m^2)
الرصاص	1.6×10^{10}
الخرسانة	$(2.5 - 3) \times 10^{10}$
الكوارتز	5.6×10^{10}
الألمنيوم	7×10^{10}
الزجاج	$(6.5 - 7.8) \times 10^{10}$
الذهب	7.9×10^{10}
النحاس	11×10^{10}
الفولاذ	20×10^{10}
التنكستن	35×10^{10}
الماس	120×10^{10}



(كن ميكانيكيا بارعاً 🛠)

✦ حاول تصنيف بعض الآلات البسيطة (حسب أنواعها) التي تتركب منها دراجتك الهوائية، وعند حدوث عطل هذه الدراجة ما هي هذه الآلات التي ستستخدمها في تفكيك الدراجة لإصلاحها.

سجل ملحوظاتك حول هذه العملية مستفيدا مما تعلمته في هذه الوحدة.



- الآلة وسيلة تستخدم لتقليل الجهد المبذول، وتقليل الوقت، وتغيير اتجاه القوة والسرعة.
- العزم محاولة القوة لتدوير جسم حول محور معين الذي يمكن حساب مقداره من خلال العزم = القوة× بعدها العمودي عن محور الدوران.
- العتلة: هي جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت وعملها يعتمد على مفهوم العزم. وهي ثلاثة أنواع في حالة الاتزان كلها تخضع لقانون :

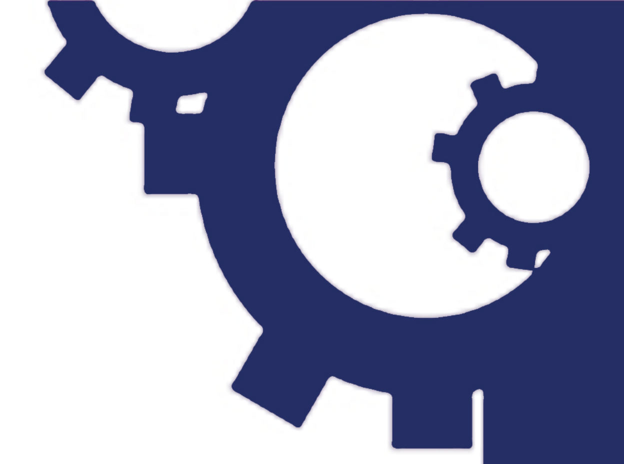
القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

$$\text{الربح الميكانيكي} = \frac{\text{المقاومة}}{\text{القوة}}$$

- السطح المائل هو جسم صلب يصل بين مستويين مختلفين، وهو متحدّر بسيط فائدته تقليل القوة اللازمة لتحريك جسم إلى ارتفاع معين وكلما زاد طول السطح المائل قلت القوة اللازمة لتحريك الجسم، ومن أنواعه البريمة والأسفين وكل الآلات القاطعة.

دليـــل الدراسة

- البكرات أنواع: ثابتة ومتحركة وهناك نظام يحتوي النوعين لتقليل القوة اللازمة لرفع أثقال كبيرة وتغيير اتجاه القوة.
- يمكن تقليل سرعة مُحرك أو زيادته بوساطة البكرات والأحزمة وكذلك تغيير الاتجاه.
- العجلة: وهي جسم صلب أسطواني يدور حول محور، وهي عبارة عن آلة بسيطة تنقل الحركة وتستعمل لتغيير مقدار سرعة الدوران أو اتجاهه أو كليهما.
- تزييت وتشحيم المكائن يقلل من مقدار الاحتكاك ويزيد من كفاءة الآلة.
- من الآلات المستخدمة في حياتنا اليومية آلات بسيطة منها البريمة والأسفين والعجلة ومجذاف القارب وسنّارة الصيد وقالع المسامير ومقراضه الأظافر وآلات مُرَكَّبَة مثل الدراجة والسيارة والحاسبة والسفينة.



س1/ أختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الآتية:

1 - المِقَص عتلة من النوع:

أ. الأول

ب. الثاني

ج. الثالث

د. جميع الاحتمالات السابقة.

2 - وحدة قياس الربح الميكانيكي هي:

أ. جول J.

ب. كيلوغرام kg.

ج. واط Watt.

د. دون وحدة.

3 - السطح المائل فائدته:

أ. تقليل الجهد.

ب. زيادة الجهد.

ج. ليس له تأثير.

د. جميع الحالات السابقة.

4 - تزداد كفاءة الآلة بـ:

أ. تقليل الاحتكاك.

ب. زيادة الاحتكاك.

ج. فقدان الاحتكاك.

د. جميع الاحتمالات السابقة.

س2/ ضع كلمة (صح) أو كلمة (خطأ) أمام العبارات الآتية مع تصحيح الخطأ إن وجد. دون تغيير ما تحته خط:

1 - تزداد كفاءة الآلة بزيادة قوة الاحتكاك.

2 - في البكرة الثابتة تكون القوة مساوية لوزن الثقل.

3 - السطح المائل استعمله المصريون في بناء الأهرامات.

4 - لا يوجد نظام يحتوي بكرات ثابتة وأخرى متحركة.

5 - العتلة من النوع الأول يكون مركز الثقل في أحد طرفيها.

س3/ مسطرة مترية منتظمة تتزن أُفقياً من منتصفها, عُلِّق عند أحد طرفيها جسم وزنه (5N), ما وزن جسم يعلق على بعد (30cm) من الطرف الآخر من المسطرة لكي تتزن أُفقياً.

الجواب: $F = 12.5N$

س4/ ساق منتظمة طولها (5m) ووزنها (5N) ترتكز عند أحد طرفيها ما مقدار القوة المؤثرة نحو الأعلى على طرفها الآخر لكي تتزن أُفقياً.

الجواب: $F_1 = 2.5N$

س5/ علقت كتلة 7.2kg في سلك طوله 3.2m ونصف قطره 0.36mm فاستطال السلك بمقدار 1.58mm . ما هو معامل يونك لمادة السلك؟

$Y = 35.8\times10^{10}\ N/m^2$

س6/ لديك محرك سرعته 600 دورة في الدقيقة وأنت لديك آلة يجب ان تكون سرعتها 200 دورة في الدقيقة كيف تعالج الأمر ؟ وضح ذلك مع الرسم.

س7/ أستخدم فني بكرتين متحركتين وأخرى ثابتة في تحريك محرك عاطل يزن 6600N كم كانت القوة التي استعملها ؟ وماهو الربح الميكانيكي ؟ وضح ذلك مع الرسم.



تساؤلات

- إذا راقبت مقياس السرعة المُثبت في السيارة أثناء حركتها تلاحظ أن مؤشره يتغير من لحظة إلى أُخرى. أتدري لماذا؟ وماذا يعني؟
- إذا قمت بزيارة إلى أحد المعامل تلاحظ مكائن مختلفة وتكون بعض أجزاء المكائن ثابتة خلال عملها بينما تقوم أجزاء أُخرى بحركة معينة تختلف من جزء لآخر. لماذا؟
- يرتد المدفع إلى الخلف بعد اطلاق القذيفة. هل لك تفسير لذلك؟
- عند محاولتك ادخال مسمار في خشبة باستخدام المطرقة تلحظ ارتداد يدك إلى الخلف. لماذا؟
- لو تابعت حركة الشمس الظاهرية من شروقها إلى آذان المغرب ماذا سترسم الشمس في سماء الأرض؟ هل هذا هو فعلاً ما يحدث أم أنَّ هناك أشياءً أُخَر؟
- لو قَذفت حجراً (حصى مسطحة) بصورة مائلة عن سطح ماء النهر تلاحظ أنّ الحجر يقفز على الماء عدة مرات قبل أن يغطس فيه. فما يعني لك هذا التصرف؟



الوحدة الثانية

قوانين الحركة

laws of motion

مفردات الوحدة

قوانين الحركة

الوحدة الثانية

المصطلحات العلمية

المصطلح	الوحدة	الرمز	E - المصطلح
القوة	N	F	Force
التعجيل	m/s^2	a	Acceleration
السرعة	m/s	ν	Velocity
الكتلة	kg	m	Mass
الاستمرارية (القصور الذاتي)	$kg.m^2$	I	Inertia
الجاذبية الأرضية	N	F_g	Gravity
الوزن	N	W	Weight
تعجيل الجاذبية	N/kg m/s^2	g	Acceleration of gravity

الأغراض السلوكية

بعد دراسة الوحدة ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يُوضِّح معنى سُنَن الله في هذا الكون.
- يُمَيِّز بين الجسم الساكن والجسم المتحرك بسرعة ثابتة أو متغيرة.
- يذكر قوانين الحركة الثلاثة.
- يُقارن بين السرعة الثابتة والمتغيرة.
- يُعرِّف مفهوم الجاذبية.
- يُبيّن مدى تأثير القوة على تغير السرعة.
- يستنتج أن ما يعلمه هو قليل من العلم وعليه أن يجِدَّ في فهم العلوم ليوظفها في خدمة دينه وعقيدته.

قوانين الحركة

الأهداف من الدرس :

- يُعرَّف القانون الأول في الحركة.
- يُوضِّح بعض التطبيقات العملية للقانون.

قوانين الحركة:

2-1 القانون الأول للحركة: نلاحظ بعض المشاهد في حياتنا اليومية, فمثلا الأشياء الموضوعة على سطح المنضدة تبقى ساكنة في مكانها كما في الشكل(1-2).



الشكل (1-2) اجسام ساكنة

كما أن كرة القدم تبقى ساكنة في مكانها أيضا. وإذا أُريد تحريك هذه الكرة يتطلب التأثير عليها بقوة خارجية غير متعادلة كما في الشكل (2-2).



جسم متحرك أثرت عليه قوة معاكسة غيرت من سرعته (غير متزن)



جسم متحرك (غير متزن)



أثرت قوة عليه



جسم ساكن

الشكل (2-2)

ومعنى ذلك أنّ الجسم يُحاوِل الاستمرار على سكونه إذا كان ساكناً أو حركته بسرعة منتظمة إذا كان متحركاً وهذا ما يسمى بالقصور (العجز) الذاتي (الاستمرارية Inertia).

أي أنَّ مفهوم القصور الذاتي: هو أنَّ الجسم يبقى عاجزاً عن تغيير حالته الحركية ما لم تؤثر عليه قوة خارجية أو محصلة قوى تؤثر فيه وتغير من تلك الحالة.

كما ان كتلة الجسم هي مقياس للقصور الذاتي أي مقياس للاستمرارية فهي صفة من صفات المادة فالسيارة مثلاً

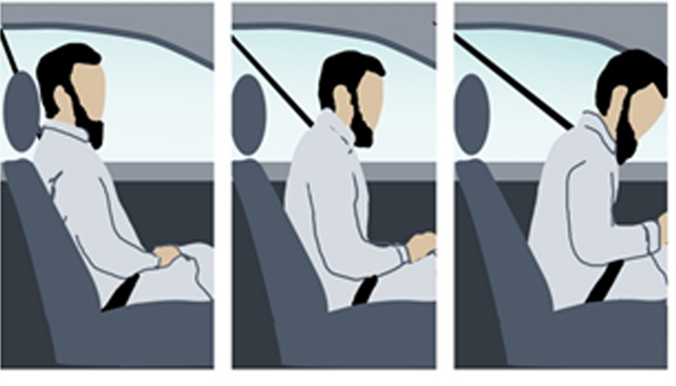
تمتلك قصوراً ذاتياً أصغر مما يمتلكه القطار، بسبب كبر كتلته كما أن محاولة تحريك سيارة أصعب من تحريك دراجة هوائية.

وقد وصف نيوتن حركة الأجسام من خلال قانون سُمِّي القانون الأول للحركة وينص هذا القانون: على أنّ (الجسم الساكن يبقى ساكناً والجسم المتحرك بسرعة واتجاه معين يبقى متحركاً بالسرعة والاتجاه نفسيهما ما لم تؤثر فيه قوة تغير من حالته الحركية).

هناك عدد من المشاهدات يمكن تفسيرها باستعمال القانون الأول للحركة

فالشخص الجالس في سيارة واقفة وتتحرك فجأة يلاحظ رجوع جسمه إلى الخلف.

وإذا كانت السيارة متحركة وتوقفت فجأة يلاحظ أن جسمه يندفع للأمام, ولهذا السبب يستعمل حزام الأمان من قبل السائق وركاب المركبات لتفادي حوادث السير المؤسفة. لاحظ الشكل (3-2)



الشكل (3-2)



ضع قطعة نقود معدنية أو أي قرص معدني على قطعة من الكارتون فوق كأس زجاجي ثم ادفع أو

القانون الثاني في الحركة

الأهداف من الدرس :

- يُعرّف القانون الثاني في الحركة.
- يُقارِن بين القانون الأول والثاني في الحركة.
- يُوضِّح المعنى الفيزيائي لتعجيل الجسم.
- يَحل أسئلة رياضية خاصة بالقانون الثاني في الحركة

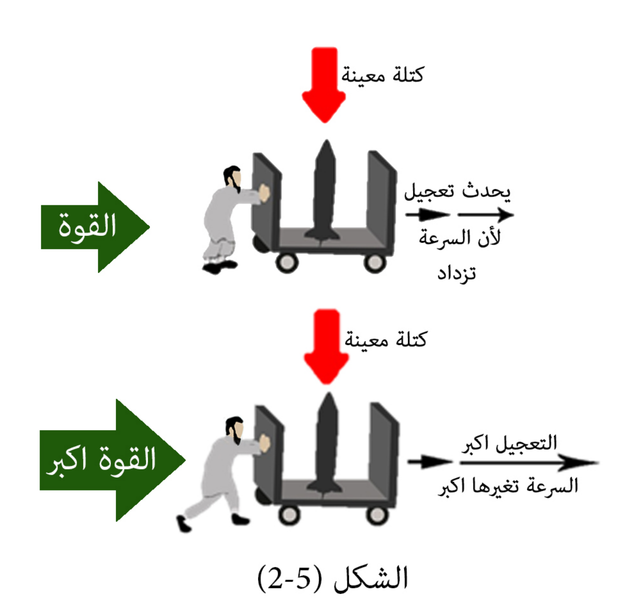
قوانين الحركة:

2-2 القانون الثاني للحركة: لو سلطنا قوة على عربة وحركتها كما في الشكل (5-2) ثم قمنا بتسليط قوة أكبر على العربة نفسها وبالاتجاه نفسه ماذا ستلاحظ؟.

نلاحظ أن تسارع (تعجيل) العربة يزداد, أي أنَّ التعجيلَ يتناسب طردياً مع القوة المؤثرة (بثبوت الكتلة).

$$F \propto g$$

التعجيل: هو المُعدل الزمني لتغير السرعة ووحدته m/s^2.



الشكل (5-2)

وإذا حاولنا زيادة كتلة الأثقال الموجودة في العربة لاحظ الشكل (6-2) فإن تعجيل العربة يقل وهذا يُبيّن لنا أن التعجيل يتناسب عكسياً مع كتلة الجسم (ثبوت القوة المؤثرة).

$$a \propto \frac{1}{m}$$

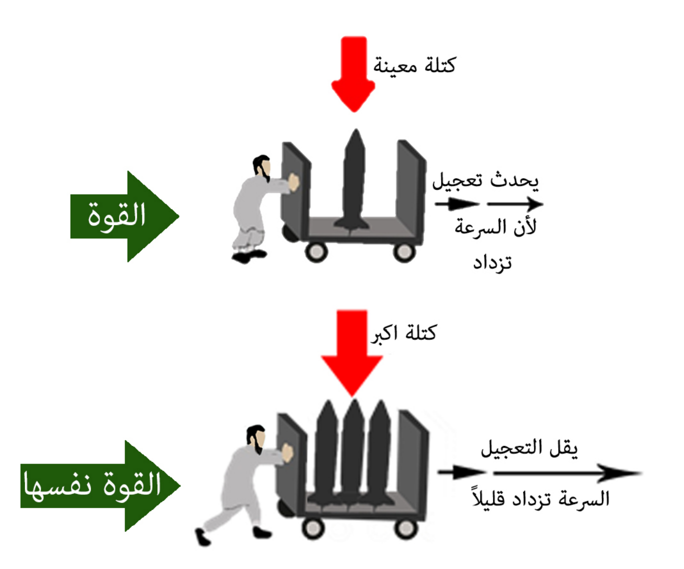
ومن هذا نستنتج أنَّ القانون الثاني في الحركة ينص على:

(إذا أثَّرت قوة مُحصلة في جسم اكسبته تعجيلاً يتناسب طردياً معها ويكون باتجاهها).

القوة = الكتلة × التعجيل الخطي

Force= mass × acceleration

$$\vec{F} = m\vec{a}$$



الشكل (6-2)

تقاس القوة (F) بوحدات نيوتن (N) كما تقاس الكتلة (m) بوحدات (kg) والتعجيل (a) بوحدات m/s^2 أو N/kg.

مثال 2-1

ما القوة اللازمة لتحريك سيارة كتلتها (3000kg) لاحظ الشكل (2-6) بتعجيل خطى مقداره 1.5 m/s^2؟ على اساس انه واقف على سطح املس.

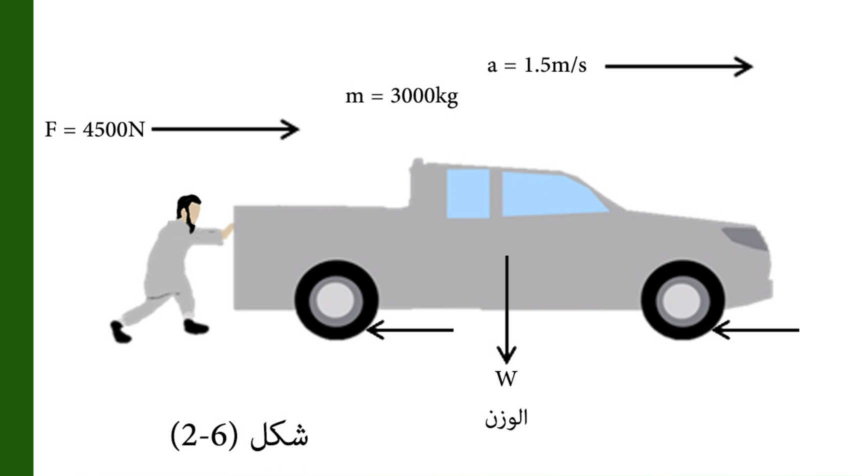


القوة = الكتلة × التعجيل

$\vec{F} = m\vec{a}$

$\vec{F} = 3000 \times 1.5$

$\vec{F} = 4500N$ باتجاه التعجيل



شكل (2-6)

مثال 2-2

يؤثر شخص بقوة أفقية مقدارها (60N) في عربة ساكنة كتلتها (50kg) كما في الشكل (2-7) موضوعة على سطح أفقي أملس. احسب تعجيل العربة؟

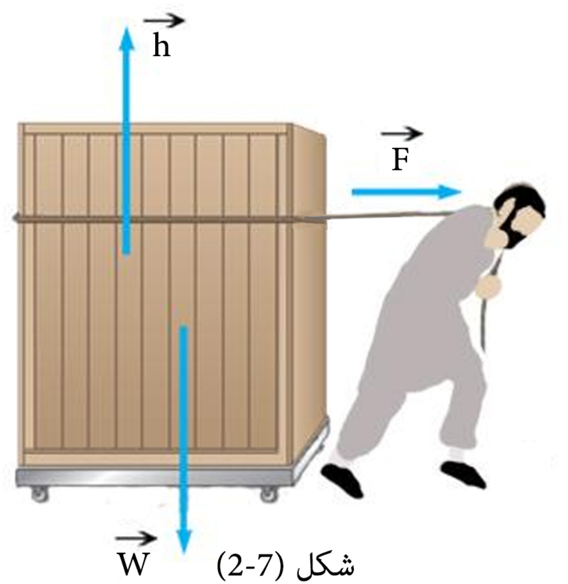


القوة = الكتلة × التعجيل

$\vec{F} = m\vec{a}$

$60 = 50 \times \vec{a}$

$\vec{a} = \frac{60}{50} = 1.2$ N/kg أو m/s^2 باتجاه القوة



شكل (2-7)

ومما تقدم نستطيع أن نقول أن القانون الثاني في الحركة يعاكس بالتأثير والتطبيق على الأجسام القانون الأول في الحركة لاحظ الجدول التالي:

القانون الأول في الحركة	القانون الثاني في الحركة
▪ الجسم ساكن أو متحرك بسرعة ثابتة	▪ الجسم يتحرك بسرعة متغيره (الاتجاه أو المقدار)
▪ تعجيل الجسم يساوي صفر	▪ الجسم يتحرك بتعجيل
▪ $\sum F = 0$	▪ $\sum F \neq 0$ $\sum F = mg$
▪ الجسم متزن	▪ الجسم غير متزن.

الدرس الثالث

حصة واحدة

القانون الثالث في الحركة

الأهداف من الدرس :

- يُعرّف القانون الثالث في الحركة.
- يوضح عددا من التطبيقات على القانون.

قوانين الحركة:

2-3 القانون الثالث في الحركة: عند السـير على الأرض فإنك تدفع بقدمك الأرض إلى الخلف والأرض بدورها تدفع قدمك إلى الأمام.

وكذلك صاحب الزورق الذي نشاهده في الشكل (2-8) فإن قوة المجذاف تدفع الماء إلى الوراء وقوة دفع الماء على المجذاف مع الزورق إلى الأمام.



قانون الجذب العام

الأهداف من الدرس :

- يُفسِّر مفهوم الجاذبية.
- يُوضِّح قانون الجذب العام .
- يُوضِّح تغير وزن الجسم على سطح الأرض وسطح القمر.

2-4 قانون الجذب العام law of gravity:

هل سألت نفسك لماذا تسقط الأجسام نحو الأرض؟ وما الذي يبقي القمر والكواكب السيارة في مداراتها حول الشمس؟

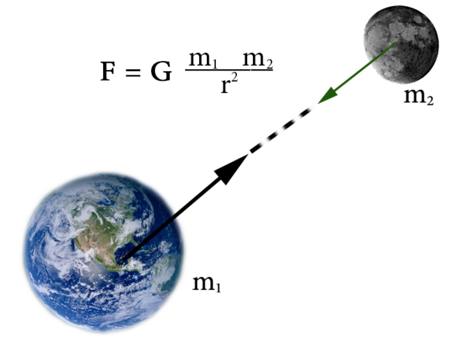
بعد اطلاع نيوتن على كتب المسلمين ومنهم البيروني والخازن وقوانين كبلر في حركة الكواكب السيارة وضع مفهوم القانون العام للجاذبية:

(أي جسمين في الكون يجذب أحدهما الآخر بقوة جذب متبادلة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع البعد بين مركزيهما) لاحظ الشكل 10-2

أي أن:

1- قوة الجاذبية تزداد بزيادة الكتلة (تناسب طردي).

2- قوة الجاذبية تقل بزيادة البعد بين الجسمين (تناسباً عكسياً) مع مربع البعد بين مركزي الجسمين

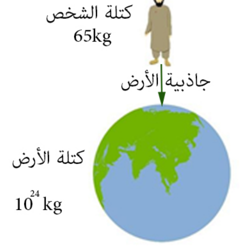


الشكل (2-10)

سؤال

لماذا تشعر بانجذاب الأرض لجسمك بينما لا تحس بانجذاب جهاز التلفاز إليك؟

أي أن قوة الجذب بين جسمين ذوات الكتل المتقاربة تكون غير محسوسة حيث أن الكتلة 4kg تجذب الكتلة 35kg بقوة قليلة لا تحس بها.



الشكل (2-11)

هل تعلم؟

- أنَّ محصلة قوة جذب الأرض في مركزها يساوي صفر؟

قوة جذب الأرض ووزن الجسم The force of gravity and weight:

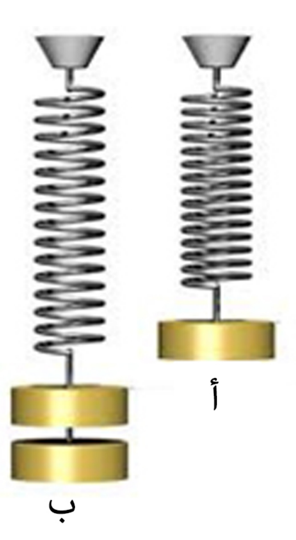


أدوات النشاط

نابض حلزوني, اثقال ذوات كتل مختلفة, حامل حديدي.

الخطوات

- نقوم بتعليق أحد الاثقال بقبان حلزوني ونسجل القراءة الأولى ولتكن (10N) لاحظ الشكل (2-12) أ.
- عند زيادة الكتل المعلقة نلاحظ زيادة في قراءة القبان الحلزوني وهي (20N) ماذا تعني لك الزيادة في قراءة القبان الحلزوني بعد زيادة الكتل لاحظ الشكل (2-12) ب.



الشكل (2-12)

- نستنتج من ذلك :

أن وزن الجسم عند سطح الأرض يزداد بزيادة كتلة الجسم.



مثال 3-2

احسب وزن حوت كتلته 30 طن؟ (ملاحظة : 1 طن متري = 1000kg)



الوزن = الكتلة × التعجيل الارضي

$$W = mg$$
$$W = 30000 \times 9.8$$
$$W = 294000N$$

مثال 2-1

رمانة وزنها 1N على سطح الأرض. ما كتلتها بالكيلوغرام؟ وما كتلتها وهي على سطح القمر.



$$m = \frac{W}{g}$$
$$m = \frac{1}{9.8}$$
$$m = 0.102kg$$

وهي الكتلة نفسها على سطح القمر

السقوط الحر للأجسام

الأهداف من الدرس :

- يفسر معنى السقوط الحر فيزيائيا.

2-5 السقوط الحر للأجسام Freely falling bodies:

السقوط الحر: هو سقوط جسم في الفراغ تحت تأثير قوة جذب الأرض للجسم بمعنى تأثير قوة جذب الأرض له فحسب.

كان الاعتقاد السائد أن الأجسام الثقيلة كقطع المعدن والأحجار تسقط أسرع من الأجسام الخفيفة كورق الشجر والريش حتى قيام غاليلو (1564-1642 م) بتجربته الشهيرة حيث أخذ كُرات مختلفة الكُتل لها الحجم نفسه واسقطها في وقت واحد من السكون من قمة برج بيزا المائل فوجدها تصل إلى الأرض مستغرقة الزمن نفسه.

نستنتج أن الأجسام تسقط بسرعة واحدة ومن الارتفاع نفسه لولا مقاومة الهواء والاحتكاك اللذان لهما التأثير في اختلاف سرعة سقوط الأجسام في الهواء, لاحظ الشكل (2-15)

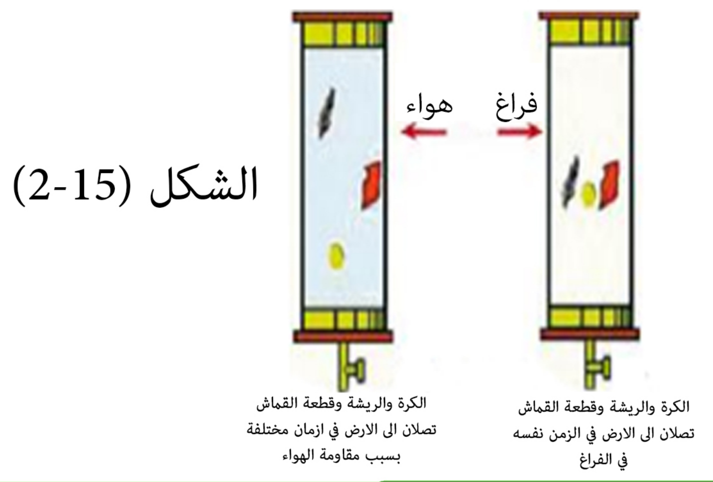
من هو غاليلو؟

إيطالي مهنته الأصلية تدريس الرياضيات, تحمس لفكرة مركزية الشمس للكون, خالف آراء الكنيسة وأثبت أن الأجسام تسقط بسرعة واحدة في الفراغ, أول من صوب الناظور إلى القمر والشمس والمشتري. حاربته سلطات البابا وصدر الحكم بحبسه في بيته وهو في السبعين من عمره وفاقد للبصر حتى توفي.

قَالَ تَعَالَىٰ:

﴿ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي ٱلَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَٱلَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ ۗ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُوْلُواْ ٱلْأَلْبَٰبِ ﴾

[سورة الزمر: ٩]



الشكل (2-15)



(كن ميكانيكيا بارعاً 🛠)

- ستعمل كرة زجاجية مناسبة أو كرة فولاذية وسطح مائل ذو حافتين جانبيتين (سكة ستائر قديمة) (2 م). وساعة توقيت (استخدم المؤقت في جهاز الموبايل).
- ارفع إحدى حافتي السكة لتكون سطحاً مائلاً. ضع الكرة في أعلى السطح ثم دعها حرة لتتدحرج إلى أسفل السطح المائل. وقس (الزمن اللازم لوصول الكرة اسفل السطح منذ تركها حرة لتتحرك)
- جد معدل السرعة للكرة.
- كرر خطوات (2) و (3) لارتفاعات مختلفة
- ناقش النتائج.

هل تعلم؟

- أن التجربة التي قمت بها هي إحدى تجارب غاليلو
- أن ظاهرة انعدام الوزن بالنسبة للمركبات الفضائية ناتجة عن كون المركبة وروادها دائماً في حالة سقوط حر باتجاه الكرة الأرضية.

دليل الدراسة

- القانون الأول في الحركة (ينص على أن الجسم يبقى على حالته الحركية ما لم تؤثر فيه قوة خارجية تغير تلك الحالة).
- أن كتلة الجسم هي مقياس لاستمراريته فكلما كانت كتلة الجسم أكبر زادت استمرارية الجسم.
- القانون الثاني في الحركة(ينص على أن (الجسم المتحرك بسرعة غير ثابتة يتحرك بتعجيل يتناسب طرديا مع محصلة القوة الخارجية المؤثرة على الجسم بثبوت كتلة الجسم وعكسيا مع كتلته) بثبوت القوة المؤثرة يعطى بالعلاقة $F = mg$
- القانون الثالث في الحركة(لكل فعل رد فعل مساوٍ له بالمقدار ومعاكس له بالاتجاه ويقع على خط فعله).
- قانون الجذب العام هو (أن كل كتلتين في الكون تجذب إحداهما الأخرى بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسيا مع مربع البعد بين مركزيهما).
- وزن الجسم هو محصلة قوة جذب الأرض لكتلة الجسم $w = m\,g$
- السقوط الحر للأجسام(هو سقوط الأجسام في الفراغ تحت تأثير قوة جذب الأرض لها بسرعة واحدة) .

س1/ اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الاتية:

1 - أي جسم في حالة السكون أو الحركة بسرعة ثابتة فانه يخضع لقانون:

أ. القانون الأول في الحركة.

ب. القانون الثاني في الحركة.

ج.القانون الثالث في الحركة.

د. لا يخضع لأي قانون.

2 - أي جسم متحرك بتعجيل فإنه:

أ. يمتلك سرعة ثابتة.

ب. تتغير كتلته.

ج.يخضع لقوة مؤثرة فيه.

د. يصبح متزناً.

3 - جسم كتلته 1kg يتحرك بتعجيل $4m\backslash s^2$ فان القوة المسببة لحركته تساوي:

أ. 4N.

ب. 6N.

ج.2N.

د. 10N.

4 - الجسم المتحرك بتعجيل يكون خاضعاً لقانون الحركة:

أ. الأول.

ب. الثاني.

ج.الثالث.

د. قانون الجذب العام.

5 - قوتا الفعل ورد الفعل:

أ. تعملان على الجسم نفسه.

ب. تعملان على خطي فعلين مختلفين.

ج.تعملان على جسمين مختلفين.

د. غير متساويتان.

6 - التعجيل الخطي لجسم كتلته 4kg يتحرك بتأثير قوة 8N هو:

أ. $8m/s^2$.

ب. $4m/s^2$.

ج.$21m/s^2$.

د.$2m/s^2$.

7 - سيارة كتلتها 4000 كغم تتحرك بتعجيل $4m/s^2$ فإن محصلة القوى المؤثرة عليها:

أ. 6000N.

ب. 16000N.

ج.3000N.

د. 12000N.

8 - إذا كان تعجيل الجاذبية ج على سطح الأرض $9.8m/s^2$ فإن تعجيل الجاذبية على سطح القمر يساوي:

أ. $4.9m/s^2$.

ب. $9.8m/s^2$.

ج.$14.7m/s^2$.

د.$1.63m/s^2$.

9 - غلام واقف على سطح الأرض فإن قوة جذب الغلام للأرض هي:

أ. اكبر من قوة جذب الأرض للغلام.

ب. تساوي قوة جذب الأرض للغلام.

ج.اصغر من قوة جذب الأرض للغلام.

د. تساوي نصف قوة جذب الأرض للغلام.

س2/ علل ما يأتي:

أ. من الصعوبة على شخص وهو يمشي اجتياز بركة ماء واسعة الا إذا اجتازها راكضا.

ب. يقال أنه لو وضع شخص على سطح المشتري لما استطاع أن يقف على رجليه؟

س3/ ضع علامة (✔) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة الخاطئة وصحح من دون أن تُغَيّر ما تحته خط لكل مما يأتي:

أ. الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة يسمى جسماً متزناً.

ب. الاستمرارية هي امتلاك الجسم تعجيلاً خطياً.

ج.عند إضافة كتلة الى كتلة جسم متحرك بقوة معينة فان تعجيلها الخطي يزداد.

د. إذا تضاعفت القوة على جسم متحرك بتعجيل فإن تعجيله الخطي يتضاعف.

هـ.قوتا الفعل ورد الفعل تؤثران على جسم واحد.

س4/ إذا كان وزن رائد فضاء على سطح المريخ 190N فما:

أ. كتلته إذا كان تعجيل الجاذبية على سطح المريخ 3.8N/kg.

ب. ما وزنه على سطح الأرض إذا كان تعجيل الجاذبية على سطح الأرض 9.8N/kg .

الجواب: W = 490N

m = 50kg



تساؤلات

- هل شعرت أن وزنك في الماء هو أقل من وزنك في الهواء؟
- هل تساءلت عن كيفية تحليق الطائرة في الجو على الرغم من ثقلها؟
- كيف يعمل مرذاذ الرائحة؟
- هل سألت كيف تقوم مبخرة البنزين في السيارة بدفع بخار البنزين إلى المحرك ليحترق داخله؟
- تميل السفن الشراعية والزوارق الشراعية عندما تتحرك بقوة الريح ما سبب ذلك؟
- بم تختلف الغواصة عن السفينة؟
- وأنت تغسل سيارتك وبيدك ماسورة الماء ومن دون تفكير تضغط على فوهة الصنبور فيندفع الماء بعيداً والى أماكن لا يصلها الماء سابقاً, كيف يحدث هذا؟
- أيهما أثقل طن من الحديد أم من الخشب؟
- تَنجذِب نحو قطار مسرع وأنت واقف قريباً من سكة القطار المار. لماذا؟



الوحدة الثالثة

الضغط وميكانيك الموائع

مفردات الوحدة

3-1 المائع
3-2 ضغط المائع الساكن
3-3 الضغط الجوي وكيفية قياسه
3-4 مبدأ باسكال
3-5 مبدأ ارخميدس
3-6 الشد السطحي
3-7 الخاصية الشعرية
3-8 الخواص الميكانيكية للموائع المتحركة
3-9 معادلة الاستمرارية في الموائع
3-10 معادلة برنولي
3-11 اللزوجة

الوحدة الثالثة

المصطلحات العلمية

Static fluids	الموائع الساكنة
Fluid	المائع
Archimede's principle	مبدأ أرخميدس
Surface tension	الشد السطحي
Capillary property	الخاصية الشعرية
Continuity equation	معادلة الاستمرارية
Bernoulli's equation	معادلة برنولي
Application of bernoulli's equation	تطبيقات معادلة برنولي
Atomizer	المرذاذ
Lift force	قوة الرفع
Viscosity	اللّزوجة

الأغراض السلوكية

بعد دراسة الوحدة ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يُوضِّح صفات المائع (سائل, غاز)
- يُشرح ضغط المائع.
- يَذكر القانون الرياضي لضغط المائع.
- يُشرح كيفية قياس الضغط الجوي.
- يَذكر مبدأ باسكال.
- يُعدِّد بعض التطبيقات العملية لمبدأ باسكال.
- يُعرِّف مبدأ ارخميدس.
- يُوضح مفهوم الشد السطحي.
- يُقارن بين قوة التماسك وقوة الالتصاق.
- يُحدّد العلاقة بين كثافة المائع وطفو الأجسام.
- يُعرِّف الخاصية الشعرية.
- يُعدّد مميزات المائع المثالي.
- يَذكر معادلة برنولي.

الموائع الساكنة

الأهداف من الدرس :

- يُعدِّد صفات المائع (سائل, غاز).
- يُشرح ضغط السائل.
- يطبق القانون الرياضي لإيجاد ضغط السائل.

الموائع الساكنة Static fluids:

سنحاول دراسة الخواص الميكانيكية للموائع في حالة السكون (أي في حالة التوازن), وينبغي أن يكون واضحاً أن المائع عندما يكون في حالة سكون فإن الجزيئات التي يتكون منها المائع تكون في حالة حركة مستمرة عشوائية دائماً (تدعى الحركة البروانية).

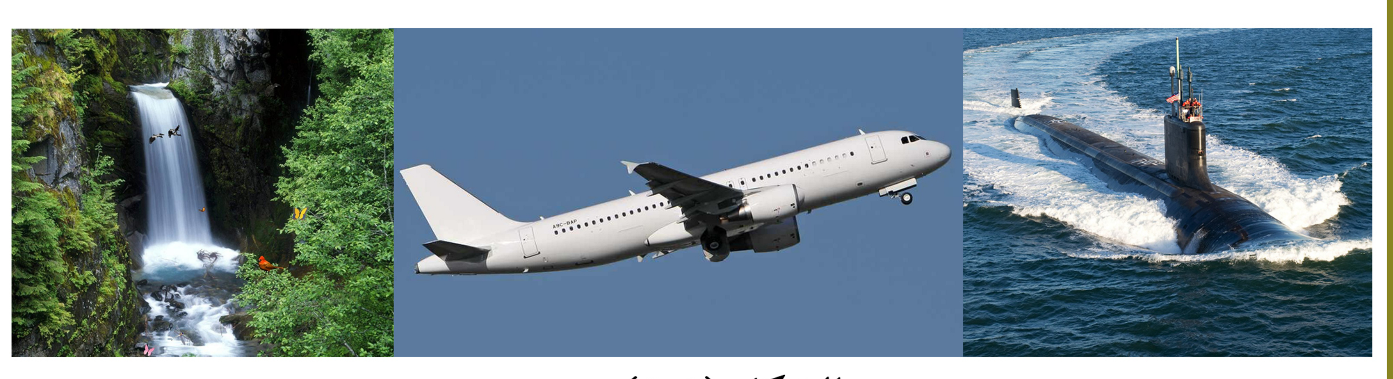
3-1 المائع Fluids:

يُقصَد بالمائع: المادة التي فيها قوى التماسك ضعيفة وغير قادرة على حفظ شكل معين للمادة, لذا تتحرك الجزيئات وتأخذ المادة شكل الوعاء الذي توضع فيه. وينطبق هذا التعريف على السوائل والغازات. وهي سهلة الاستجابة للقوى الخارجية التي تحاول تغيير شكلها.

هل تعلم؟

- الزئبق هو المعدن الوحيد الذي يوجد في الحالة السائلة ضمن درجة حرارة الغرفة ويعد مائعاً.

والموائع لها دور حيوي في حياتنا, فنحن نتنفسها, ونسبح خلالها وتدور في أجسامنا في الاوردة والشرايين وتتحكم بأحوالنا المناخية وتطفو السفن على سطحها, وتطير فيها الطائرات, وتغوص فيها الغواصات لاحظ الشكل (1-3).



الشكل (1-3)

أرخميدس:

ولد 287-212 ق.م وهو من مواليد صقلية عن أب فلكي وهو أول من درس في الإسكندرية على تلامذة إقليدس, قام بغمر تاج الملك في الماء وشاهد أنَّ الماء المزاح مكافئ لما يفقده وزن تاج الملك في الماء.

3-2 ضغط المائع (الساكن) :

لقد درست سابقاً بأن ضغط المائع (سائل أو غاز(غير محصور)) هو القوة المؤثرة عمودياً في وحدة المساحات ويمكننا التعبير عن ذلك رياضياً كالآتي:

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة المسلطة عمودياً}}{\text{المساحة}}$$

$$\text{Pressure} = \frac{\text{Force}}{\text{Area}}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

إذ إن (P) هو الضغط وأن (F) هي القوة المؤثرة عمودياً في المساحة (A) والوحدات الشائعة لقياس الضغط N/m^2 ويطلق على هذه الوحدة باسكال (Pascal).

فإذا أثرّت قوة عمودية مقدارها (1N) في مساحة مقدارها ($1m^2$) فإن الضغط الناتج منها يساوي (1 باسكال). وهذا هو تعريف الباسكال. وزن عمود السائل يمثل القوة العمودية (F) المؤثرة في المساحة (A) أي أن:

$$F=\rho ghA$$

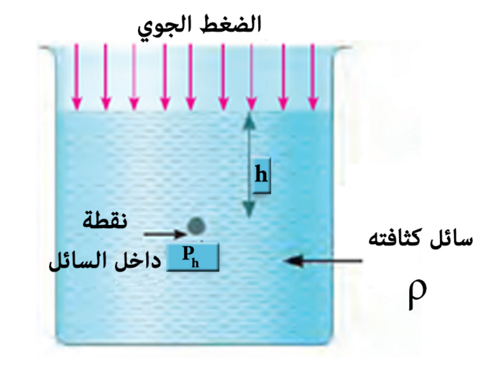
إذ إن ρ = كثافة السائل, g = التعجيل الأرضي, h = ارتفاع السائل, A = مساحة القاعدة

وأن ضغط السائل (P_h) عند عمق ع هو:

ضغط السائل= كثافة السائل x التعجيل الأرضي x العمق الشاقولي

$$P_h=\rho gh$$

وإذا كان هناك ضغط على سطح السائل كالضغط الجوي ضج مثلا الذي يتعرض له أي سائل موجود في وعاء مفتوح لاحظ الشكل (2-3) فعندئذ يجب أن يُضَاف الضغط الجوي إلى ضغط السائل للحصول على الضغط الكلي ضكلي عند نقطة داخل السائل, أي أن: الضغط الكلي = الضغط الجوي + ضغط السائل



الضغط الكلي = الضغط الجوي + ضغط السائل

$$P_T= P_o+ P_h$$

$$P= P_o+ \rho gh$$



أن للسائل صفتين هما عدم قابليته للإنكباس, وسهولة انزلاق جزيئاته على بعضها تمكنه من تسليط قوة على جدران الوعاء الذي يحتويه وكذلك من تسليط قوة نحو الأعلى. لذلك فإن ضغط السائل لا يؤثر إلى الأسفل فحسب بل يؤثر في جميع الإتجاهات.

مثال 1-3

احسب الضغط المتولد من قبل الماء على غواص على عمق 10m تحت سطح الماء علماً أن كثافة الماء $1000 kg/m^3$.



الضغط = كثافة السائل X التعجيل الأرضي X العمق

$$P=\rho g h$$
$$P=1000\times9.8\times10$$
$$P=98000 N/m^2$$

أو باسكال

باسكال

من اشهر اسهاماته الرياضية توسعه في حساب المقادير المتناهية في الصغر مضاهياً بذلك التطور اللاحق لحساب التفاضل والتكامل.

الضغط الجوي

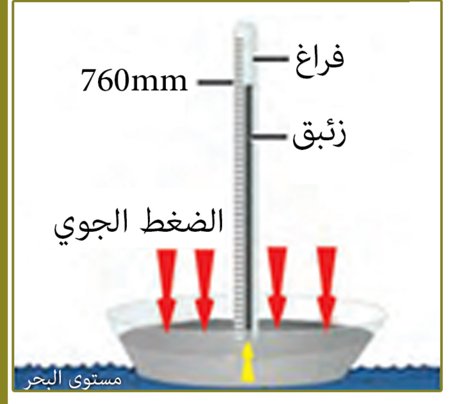
الأهداف من الدرس :

- يُبيِّن كيفية قياس الضغط الجوي.
- يَذكُر مبدأ باسكال.
- يُعدِّد بعض التطبيقات العملية لمبدأ باسكال
- يَحلُ أسئلة رياضية تطبيقاً لمبدأ باسكال.

3-3 الضغط الجوي وكيفية قياسه:

سبق لنا ان عرفنا ان للهواء الجوي ضغطا، وهو وزن عمود الهواء المسلط عمودياً على وحدة المساحة من السطح.
ويقاس الضغط الجوي بجهاز المرواز (البارومتر) الذي صممه العالم الفيزيائي تورشلي لاحظ الشكل (3-3). وهو أنبوب زجاج مدرجة طولها متر واحد مفتوحة من أحد طرفيها تملأ تماما بالزئبق ثم تُنكَّس فوهتها في حوض فيه زئبق.
تلاحظ استقرار الزئبق في الأُنبوب على ارتفاع معين أعلى من مستواه في الحوض تاركاً فراغاً في أعلى الأنبوبة.

ومن النتائج التي توصل إليها تورشلي أن الضغط الجوي يتزن مع ضغط عمود الزئبق في النقاط التي تقع على مستوى أُفقي واحد وهو مستوى سطح الزئبق في الإناء الخارجي ويعادل ارتفاع عمود من الزئبق 76 سم عند سطح البحر وبدرجة حرارة صفر سيليزي. وأن طول هذا العمود يتغير بتغير ارتفاع منطقة إجراء التجربة عن مستوى سطح البحر.



الشكل (3-3)

تورشيلي
عاش من المدة (1608-1647)م
تأثر كثيراً بأفكار غاليلو, نشر كتابه في حركة الجاذبية عام 1644
وقد بسط ووسع بدرجة كبيرة الكثير من مفاهيم غاليلو في الميكانيك.

هل تعلم؟

- أحد التطبيقات البسيطة للفيزياء في الطب هو جهاز ضغط الدم وهو عبارة عن مانوميتر زئبقي مع بعض الإضافات إذ يقوم الطبيب بلف الرباط حول ذراع المريض لاحظ الشكل (3-4) ويدفع الهواء داخل الرباط بوساطة المِضَخَّة اليدوية ومع استعمال السماعة الطبية إذ يصبح ضغط الهواء أعلى من ضغط الدم فلا تسمع نبضات القلب. يقوم الطبيب بفتح الصمام فيخرج الهواء من الرباط فتسمع نبضات القلب. ويقيس الضغط الانقباضي (systolic) الذي هو حوالي 120 مليمتر زئبق وعند توقف سماع النبضات يقيس ما يسمى بالضغط الانبساطي (diastolic) الذي هو حوالي 80 مليمتر زئبق (للشخص الطبيعي)


الشكل (3-4)

مثال 3-2

ما طول عمود الماء اللازم لمعادلة الضغط الجوي حيث ارتفاع عمود الزئبق يساوي (76cm) علماً ان كثافة الماء $1000kg/m^3$ وكثافة الزئبق تساوي $13600kg/m^3$.



ضغط عمود الماء P_W = ضغط عمود الزئبق P_{Hg}

$$\rho_{Hg} g h_{Hg} = \rho_W g h_W$$

$$13600 \times 9.8 \times 0.76 = 1000 \times 9.8 \times h_W$$

$$h_W = 0.76 \times 13.6 = 10.33m$$

هل تعلم؟

- المضخة الماصة تستطيع أن ترفع الماء الى علو 10 أمتار تقريباً؟

3-4 مبدأ باسكال Pascal's principle:

لعلك لاحظت أن السائل المحصور عندما يُسلَّط عليه ضغط خارجي. فإن هذا الضغط ينتقل بالتساوي الى أجزاء السائل وجدران الإناء الذي يحتويه لاحظ الشكل(3-5).

(الضغط الإضافي المسلط على سائل محصور ينتقل إلى جميع أجزاء السائل من دون نقص)

وهذا ما يسمى بمبدأ باسكال. وهو من المبادئ المهمة في ميكانيك المواقع.



الشكل (3-5)

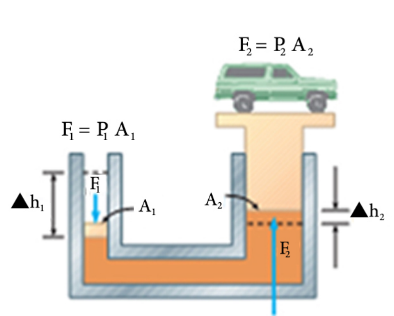
وتلعب هذه الحقيقة دوراً أساساً في عمل الكثير من الأجهزة التي تعمل بضغط الزيت كفرامل توقيف عجلات السيارات والمكابس والمطارق والرافعات الزيتية, والشكل (3-6) يُوضِّح أساس عمل الرافعات الزيتية, (يستعمل الزيت لأن قابلية انضغاطه قليلة جداً) فهي تتألف من مكبسين واسطوانتين مختلفتين في مساحة المقطع متصلتين بأنبوب ومملوئتين بالزيت. عندما تؤثر قوة مقدارها (F_1) في المكبس الصغير الذي مساحة مقطعه مس1 فالضغط المُسلط على المكبس الصغير $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$ وهذا الضغط ينتقل بالتساوي إلى جميع أجزاء السائل المحصور أي أن :

$$P_1 = P_2$$

ومنها

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

وهذا يعني أن مقدار القوة تتحكم بها النسبة بين مساحتي المكبسين فكلما ازدادت هذه النسبة ازدادت القوة الرافعة في المِكبَس الكبير.



الشكل (3-6)

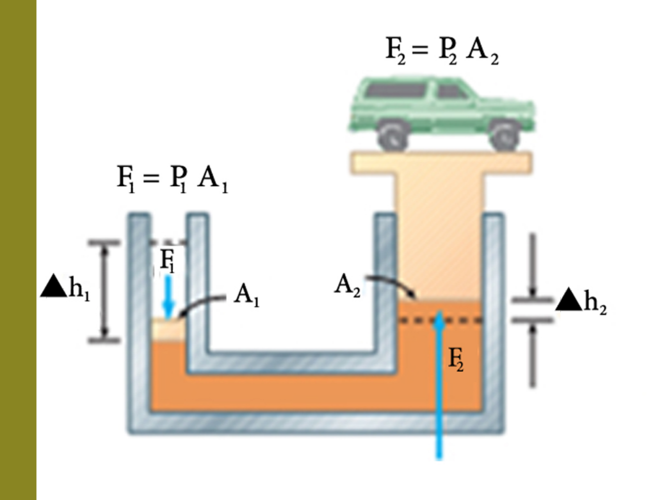


◄ أن السائل المستعمل في المكابس والمطارق والرافعة الزيتية ينبغي أن لا ينجمد ولا يصبح لزجاً جداً في درجات الحرارة الواطئة كما أنه يجب أن لا يتبخر منه شيء وغير سام وليس سريع الاشتعال.

مثال 3-3

احسب القوة اللازمة لرفع سيارة كتلتها 3000kg لاحظ الشكل المجاور باستعمال الرافعة الزيتية المستعملة في محطات الغسل والتشحيم علما أن مساحة مقطع الأسطوانة الصغيرة ($15cm^2$) ومساحة مقطع الأسطوانة الكبيرة ($2000cm^2$)؟ على فرض أن $g = 10kg/N$.





$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = A_1 \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = 15cm^2 \times \frac{10N \times 3000kg}{2000\,cm^2.kg}$$

$F_1 = 225N$ القوة المسلطة على المكبس الصغير.

مبدأ أرخميدس

الأهداف من الدرس :

- يُعرف مبدأ أرخميدس.
- يَستخدم مبدأ أرخميدس لإيجاد حجم الجسم.
- إيجاد العلاقة بين كثافة المائع وطفو الأجسام.

3-5 مبدأ أرخميدس Archimedes' principle:

من المشاهدات المألوفة في حياتنا أن بعض الأجسام تطفو في السوائل كالزورق على سطح الماء ومنها تطفو في الهواء كالبالون المعلق في الجو. إن ذلك يُشير بوضوح إلى وجود قوة متجهة نحو الأعلى يُسلطها المائع على الأجسام الطافية أو المغمورة فيه تسمى (قوة الطفو).أول من اكتشف هذه الظاهرة هو العالم اليوناني أرخميدس, وقد وضع قاعدته الشهيرة التي تنص على ما يأتي:

إذا غُمِر جسم جزئياً أو كلياً في مائع فإنه يفقد من وزنه بقدر وزن المائع المزاح.

ولمعرفة قوة الطفو. وكيف تنشأ هذه القوة؟ لنفترض أن جسماً صلباً مكعب الشكل غمر تماماً في مائع كثافته أ ومعلقاً بميزان حلزوني. لاحظ الشكل (3-7).

بما أن الجسم مغمور كلياً في المائع. فإن وزن السائل المزاح (الذي يمثل قوة الطفو) يساوي حجم الجسم المغمور (h A) مضروباً في كثافة السائل الوزنية (ρ g).

F_B

الوزن في الماء

W

الشكل (3-7)

قوة الطفو = حجم الجسم المغمور × كثافة السائل الوزنية

$$F_B = \rho g h A$$

حيث:

h: هو ارتفاع الجسم.

A: مساحة القاعدة للجسم.

g: التعجيل الأرضي ويساوي $9.8 m/s^2$.

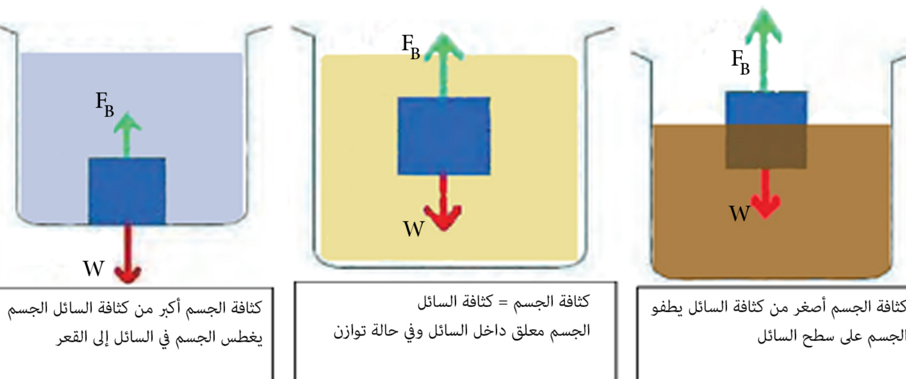
F_B: قوة الطفو (Buoyant force).

والمعادلة أعلاه تمثل قاعدة أرخميدس. إذ يمثل الطرف الأيمن قوة الطفو والطرف الأيسر يُمثِل وزن المائع المزاح أي أن: قوة الطفو على جسم مغمور في مائع = وزن المائع المزاح وبذلك نستطيع القول أن أي جسم عندما يُغمر في مائع تؤثر فيه قوتان هما:

1 - وزنه (W) ويكون متجهاً عمودياً نحو الأسفل.

2 - قوة الطفو قطفو (وزن المائع المزاح) تكون متجهاً عمودياً نحو الأعلى.

وبالاستعانة بالشكل 3-8 (أ-ب-ج) الذي يمثل جسماً وضع في سوائل مختلفة:



الشكل (3-8)

مما تقدم يتضح أنه يمكن صياغة قاعدة أرخميدس للأجسام المغمورة في سائل كلياً أو جزئياً كما يأتي:

(أ): بالنسبة للأجسام الغاطسة في سائل:

قوة الطفو للسائل = وزن السائل المزاح

وزن الجسم في الهواء - وزن الجسم في السائل = وزن السائل المزاح

وزن الجسم في الهواء - وزن الجسم في السائل = حجم السائل المزاح × كثافة السائل الوزنية

$$W_{air} - W_{leqiud} = V_{leqiud} \times \rho_{leqiud}$$

(ب): بالنسبة للأجسام الطافية في سائل (مغمورة جزئيا أو كليا):

وزن الجسم الطافي في السائل= صفر

وزن الجسم الطافي في الهواء - صفر = وزن السائل المزاح

وزن الجسم الطافي = حجم الجزء المغمور × كثافة السائل الوزنية

الكثافة الوزنية للجسم × حجم الجسم = الكثافة الوزنية للماء × حجم الجزء المغمور في الجسم

$$\rho_w = \frac{W}{V}$$

$$W_{body} = V \times \rho_m \times g$$

(ب): بالنسبة للأجسام الطافية في سائل (مغمورة جزئيا أو كليا):



- إذا كانت كثافة المائع أكبر من كثافة الجسم فإنّ الجسم يطفو على سطح المائع. (مثل الفلين والماء)
- إذا كانت كثافة الجسم أكبر من كثافة المائع فإن الجسم يغطس كلياً في المائع. (مثل قطعة حجر والماء)
- إذا كانت كثافة المائع تساوي كثافة الجسم فإنه سيبقى معلقاً في حالة توازن داخل المائع. (مثل المنطاد في حالة الطفو) أو(الغواصة داخل الماء)

مثال 3-4

طُلِبَ من أرخميدس أن يكشف مدى نقاوة ذهب تاج الملك فكان عمله كالآتي:
وزنَ التاج في الهواء وكان يساوي (7.84N). ووزنَ التاج في الماء وكان يساوي (6.86N). واستخرج حجم الذهب المصنوع منه التاج ثم وجد كثافة الذهب وقارنه بكثافة الذهب الحقيقي.



وزن الجسم في الهواء - وزن الجسم في الماء = حجم الجسم × الكثافة الوزنية للماء

$$W_{air} - W_{leqiud} = V_{leqiud} \times \rho_{leqiud}$$

$$7.84N - 6.86N = V \times 9.8N/kg \times 1000kg/m^3$$

$$9800N/m^3 \times V = 0.98N$$

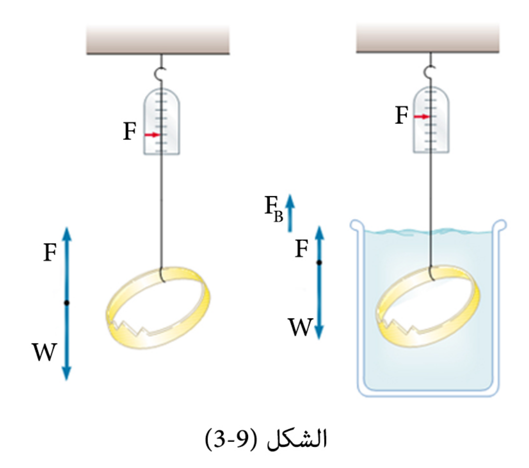
$$V = 1.0\times10^{-4}\ m^3$$ حجم ذهب التاج

الكثافة = الكتلة/الحجم

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{\frac{7.84N}{9.8N/kg}}{1.0\times10^{-4}m^3}$$

$$\rho = 8000kg/m^3$$ كثافة معدن التاج



الشكل (9-3)

بما أن كثافة الذهب تساوي 19.3×10^3 وتساوي $19300kg/m^3$ لذلك استنتج ارخميدس ذهب التاج غير نقي.

مثال 3-5

مكعب من الخشب طول حرفه 0.1m وكثافته الوزنية $7840N/m^3$ يطفو في الماء. ما طول الجزء الغاطس داخل الماء؟

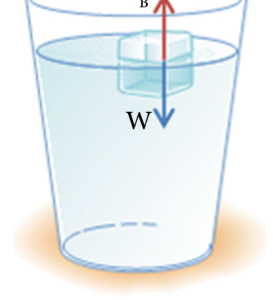


نفرض أن طول الجزء الغاطس من المكعب في الماء = h
وزن الجسم الطافي = وزن السائل المزاح
الكثافة الوزنية للجسم × حجم الجسم = الكثافة الوزنية للماء × حجم الجزء الغاطس

$$\rho_{body} \times V_{body} = \rho_W \times V_S$$

$$9800 \times h(0.1)^2 = 7840 \times (0.1)^3$$

$$h = \frac{784}{9800} = 0.08m$$ طول الجزء الغاطس.



الشكل (10-3)

الشد السطحي

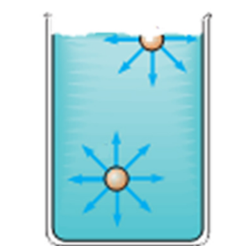
الأهداف من الدرس :

- يُوضِّح مفهوم الشد السطحي.
- يُقارن بين قوة التماسك وقوة التلاصق.
- يُعرِّف الخاصية الشعرية.

3-6 الشد السطحي Surface Tension:

تتأثر الجزيئات الداخلية المُكَّونة للسائل بقُوى تجاذب متساوية في جميع الإتجاهات. بينما الجزيئات التي على سطح السائل تتعرض لمحصلة قوى تجذبها نحو الأسفل (داخل السائل) الأمر الذي يجعل سطح السائل يتصرف وكأنه غشاء رقيق ومرن وفي حالة توتر دائم ويعمل على تقليص المساحة السطحية للسائل إلى أقل ما يمكن

لاحظ الشكل (3-11).



محصلة القوى على جزيئة داخل السائل وجزيئة على سطح السائل

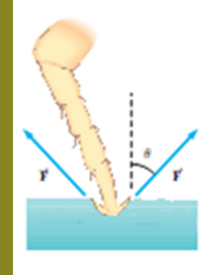
F_T F_T W

ابرة تطفو على سطح الماء

الشكل (3-11)

ويعد الشد السطحي هو السبب في حدوث عدد من الظواهر الفيزيائية فمثلاً طفو الإبرة فوق سطح الماء وسير الحشرات على سطح السائل, واتخاذ قطرات الماء الساقطة شكلاً كروياً لاحظ الشكل (3-12)





الشكل (3-12)

3-7 الخاصية الشعرية Capillary property:

من المشاهد المألوفة التي تعزى للشد السطحي هي ظاهرة ارتفاع أو انخفاض السائل في الأنابيب الزجاجية الضيقة (الشعرية) والتي تُدعى بالخاصية الشعرية.فعندما تغمر إحدى نهايَتَي أنبوبة زجاجية شعرية مفتوحة الطرفين بصورة عمودية في الماء لاحظ الشكل (3-13) فإنّ الماء يرتفع داخل الأنبوبة إلى مستوى اعلى من مستواه خارج الأنبوبة. أما في الزئبق فيحدث العكس أي ينخفض مستواه داخل الأنبوبة عن مستواه خارج الأنبوبة لاحظ الشكل (3-13).

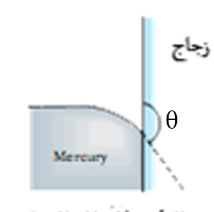


الماء يبلل الزجاج

قوة التلاصق > قوة التماسك

$\theta < 90$ (زاوية محصورة ما بين سطح لزجاج والمماس لسطح الماء)





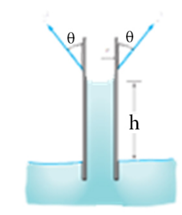
الزئبق لا يبلل الزجاج

قوة التلاصق < قوة التماسك

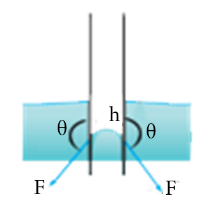
$\theta > 90$ (زاوية محصورة ما بين سطح لزجاج والمماس لسطح الزئبق)

الشكل (3-13)

يُعزى ارتفاع الماء داخل الأنبوب الشعري إلى تغلب قوة تلاصق الماء مع الزجاج على قوة تماسك جزيئات الماء مع بعضها لاحظ الشكل (14-3).



يرتفع الماء في الانبوب الشعري
لان قوة التماسك < قوة التلاصق
$\theta < 90$



ينخفض الماء في الانبوب الشعري
لان قوة التماسك > قوة التلاصق
$\theta > 90$

الشكل (14-3)

أما بالنسبة للزئبق فان قوى التماسك بين جزيئاته أكبر من قوة تلاصقها مع الزجاج.



- **أن قُوى التماسك هي قوة التجاذب بين جزيئات المادة نفسها أي الجزيئات من النوع نفسه (الزئبق).**
- **إن قُوى التلاصق هي قوة التجاذب بين جزيئات مختلفة, ويختلف مقدارها باختلاف المواد مثل التصاق الماء بالزجاج.**

ان للخاصية الشعرية أهمية عملية كبيرة منها:

1 - ارتفاع المياه الجوفية خلال مسامات التربة ودلالتها ظهور الأملاح على سطح التربة.

2 - ارتفاع الماء خلال جذور النباتات وسيقانها.

3 - ترشيح الدم في كلية الإنسان.

4 - ارتفاع النفط المستعمل في فتائل المدافئ النفطية.

الدرس الخامس

الموائع المتحركة

الأهداف من الدرس :

- يُعدِّد مميزات المائع المثالي.
- يُفسِّر تغير سرعة المائع بتغير مساحة المقطع العرضي.
- يَحل الأسئلة الرياضية المتعلقة بمعادلة الاستمرارية.

3-8 الخواص الميكانيكية للموائع المتحركة:

تإن الموائع المُتحركة لها أهمية كبيرة في حياتنا اليومية. كما يحدث لحركة الطائرة أو الغواصة في الموائع أو جرَيان الدَّم في الشرايين والأوردة أو جريان الماء في الأنابيب. وتتميز الموائع بقدرتها على الجريان عندما تؤثر فيها.

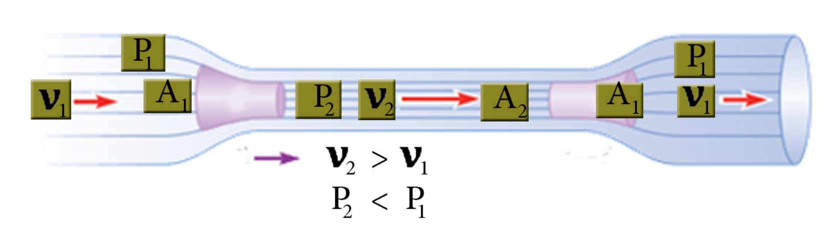
حتَى لو كانت صغيرة, ولِوَصْف جريان مائع ما عند لحظة ما, فإنه ينبغي معرفة كثافته وضغطه وسرعة جريانه. ولتسهيل دراسة الموائع سنفترض أن المائع المثالي (Ideal fluid) الذي يتصف بما يأتي:

مميزات المائع المثالي:

1 - غير قابل للإنكباس أي لا يمكن ضغطه فكثافته تبقى ثابتة أثناء جريانه.
2 - جريانه منتظم ويعني سرعة جريان دقائق المائع عند نقطة معينة تبقى ثابتة مع الزمن في المقدار والإتجاه.
3 - عديم اللّزوجة وتُعد اللّزوجة مقياسا للاحتكاك الداخلي في المائع عند جريانه لذلك نفترض لزوجة المائع صفراً.
4 - غير دوراني أو دوامي أي أن جريانه غير اضطرابي. أي لا تتداخل خطوط جريانه فلا تتكون فيه دوامات.

3-9 معادلة الاستمرارية في الموائع continuity equation in fluids:

عند استعمالنا لخراطيم الماء في الرش واطفاء الحريق وغسل السيارات فإننا نلاحظ أَنه كلما ضاق مجرى خروج الماء نحصل على سرعة تدفق كبيرة, وهذا يعني أَن سرعة جريان الماء تزداد كلما ضاقت فوهة خروجه.
يُبيّن الشكل (3-15) مائعاً مثالياً كثافته (ρ) يجري خلال أُنبوب أُفقي مساحة مقطعه غير منتظمة.



إذ تبلغ مساحة مقطعه الكبير مس1 ومساحة مقطعه الصغير مس2. وفي حالة الجريان الإنسيابي تتحقق معادلة الاستمرارية التي تنص على أن:
معدل تدفق كمية المائع من أي مقطع داخل الأنبوب يبقى ثابتاً أي يعني معدل تدفق كمية المائع من أي مقطع داخل الأنبوب الذي له مدخل واحد ومخرج واحد تبقى ثابتة ويمكن التعبير عن معادلة استمرارية الجريان كما يأتي:

مساحة المقطع الصغير (A_1) × سرعة الجريان (v_1) = مساحة المقطع الكبير (A_2) × سرعة الجريان (v_2)

$$v_1 \times A_1 = A_2 \times v_2$$

حيث ان :

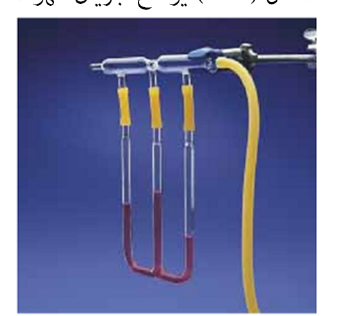
v_1 هي سرعة المائع عن المقطع A_1 الكبير

v_2 هي سرعة المائع عند المقطع A_2 الصغير

وهذه العلاقة صحيحة على طول الأنبوبة الأفقية. وهي تشير إلى أن سرعة الإنسياب في أي نقطة تتناسب عكسياً مع مساحة المقطع في تلك النقطة. أي ان السرعة تزداد كلما ضاقت أنبوبة الجريان.



الشكل (3-16) يوضح جريان الهواء



الشكل (3-17) يوضح جهاز قياس ضغط المائع لفنتوري

مثال 3-6

يجري الماء في أنبوبة أفقية ذات مقطعين نصف قطر المقْطع الكبير 2.5cm بسرعة 2m/s إلى مقطعه الصغير الذي نصف قطره 1.5cm ما مقدار سرعة جريان الماء في الأنبوبة الضيقة.



$$v_1 \times A_1 = A_2 \times v_2$$

$$v_1 \times r_1^2 \pi = r_2^2 \pi \times v_2$$

$$v_2 = 2 \times \frac{2.5^2}{1.5^2}$$

$$v_2 = 5.56 m/s$$

سرعة الجريان في المقطع الضيق

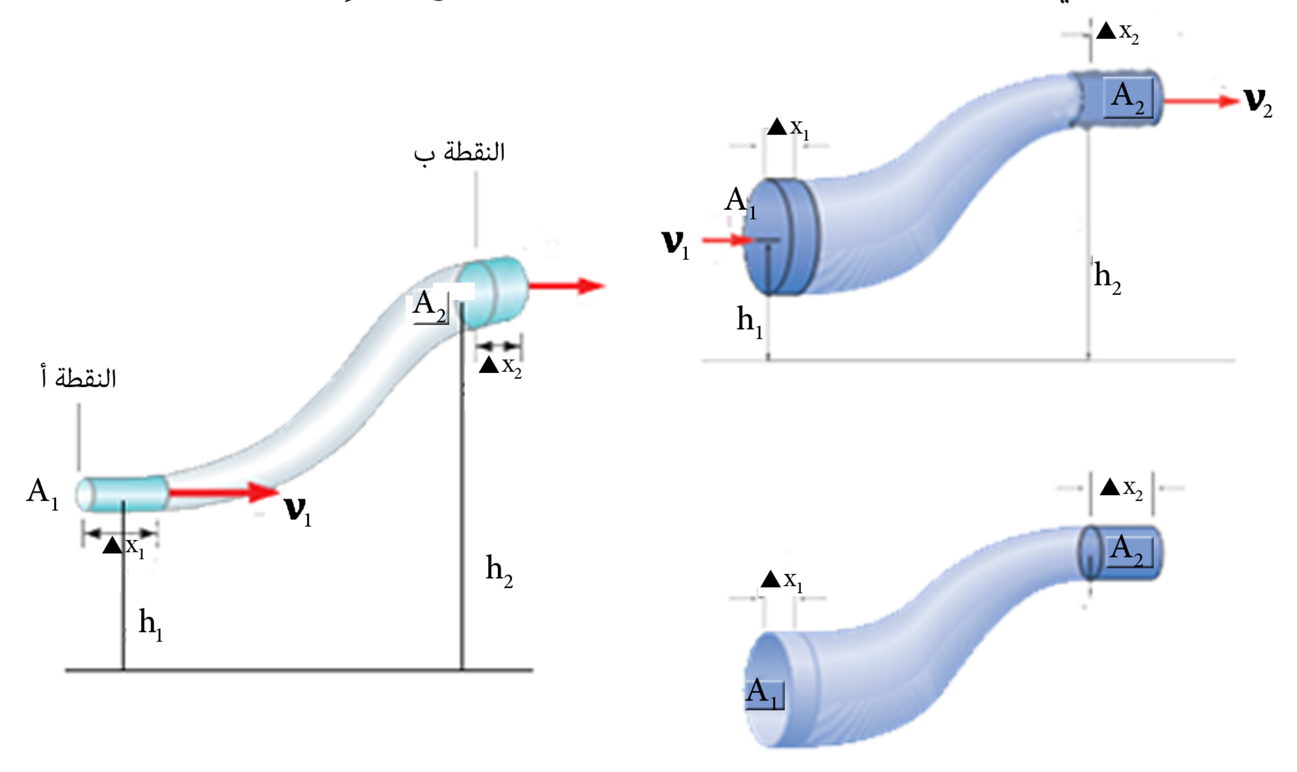
الدرس السادس
معادلة برنولي

الأهداف من الدرس :

- يَذكُر معادلة برنولي.
- يَذكُر بعض التطبيقات العملية لمعادلة برنولي.

3-10 معادلة برنولي Bernoulli's equation:

لقد وجد برنولي (في عام 1738) أن ضغط المائع يتغير بتغير سرعته. وعندما اشتق المعادلة التي يطلق عليها اسمه. افترض أن المائع عديم اللّزوجة وغير قابل للانضغاط ويجري جرياناً انسيابياً كما موضح في الشكل (3-18) ولكي نحصل على العلاقة الرياضية التي تربط بين الضغط (P) والارتفاع (h) عن مستوى أُفقي معين وسرعة المائع المثالي ($\boldsymbol{v}$). نفترض أن مائعاً في أنبوب مساحة مقطعه غير منتظمة, ويختلف ارتفاع أجزائهِ عن مستوى معين.



الشكل (3-18) معادلة برنولي

فإذا كان ضغط المائع عن النقطة (أ) هو P_1 ومساحة مقطع الأنبوبة A_1 وسرعة المائع $\boldsymbol{v}_1$. وأن ضغط المائع عند النقطة (ب) هو P_2 ومساحة مقطع الأنبوبة A_2 وسرعة المائع $\boldsymbol{v}_2$. وأن ارتفاع مركز المقطع A_1 عند مستوى أفقي معين هو h_1.وأرتفاع مركز المقطع A_2 عن نفس المستوى هو h_2.

لذلك فإن معادلة برنولي يمكن كتابتها بالصيغة الآتية:

مجموع الضغط والطاقة الكلية لوحدة الحجوم تساوي مقدار ثابت في النقاط جميعها على طول مجرى المائع المثالي.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^{\,2} + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^{\,2} + \rho g h_2$$

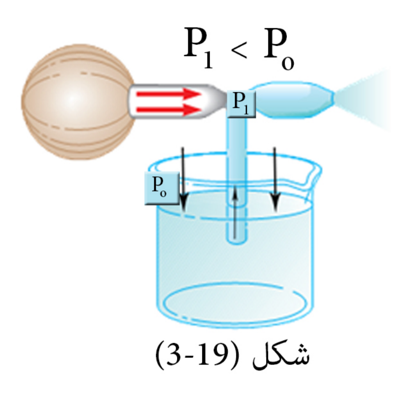
علما أن ρ هي كثافة المائع وهي ثابتة لأن المائع غير قابل للانكباس

$$P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h = constant$$

وهذا يعني إذا ازدادت سرعة المائع في الجريان الانسيابي قل ضغط ذلك المائع والعكس صحيح.

أ- المرذاذ Atomizer:

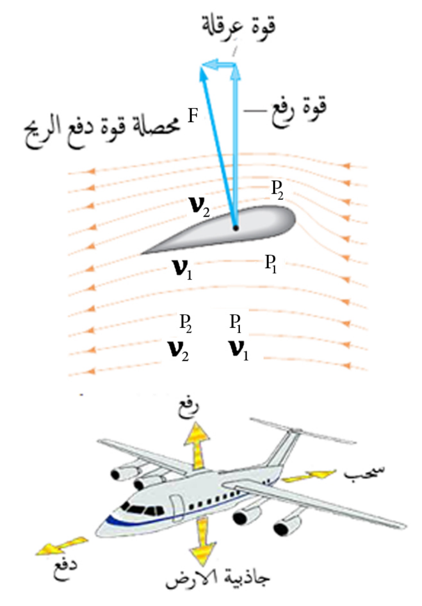
إن المرذاذ بأنواعه المختلفة يعمل على وفق قاعدة برنولي. فعند نفخ الأنبوبة الأفقية الموضحة في الشكل(19-3) يؤدي إلى خروج تيار هواء أمام فتحة الأنبوبة العمودية المغمور طرفها السفلي في السائل مما يؤدي إلى هبوط (تخفيف) الضغط ض1 داخل الأنبوبة.
ولكن الضغط الجوي ضج المسلط على سطح السائل أكبر (ضج > ض1) فيرتفع السائل في الأنبوبة العمودية إلى الأعلى. وعندما يصل إلى الفتحة يختلط مع تيار الهواء الذي يجري في الأنبوب الأفقي فيعمل على تجزئة السائل إلى قطرات صغيرة جداً (رذاذ) ويستعمل المرذاذ في تطبيقات كثيرة منها مرذاذ المبيدات وصبغ السيارات وقناني العطر والمازج (كاربوريتر) في السيارة وغيرها.



شكل (19-3)

ب - قوة رفع الطائرة Airplane lift force:

إن الشكل الانسيابي لجناح الطائرة عند تحركها إلى الأمام يؤدي إلى جريان تيار الهواء بنمطين مختلفين على سطحي جناح الطائرة مما يجعله يسير بسرعة أكبر على السطح العلوي للجناح منه على السطح السفلي. لهذا السبب يكون الضغط على السطح الأسفل أكبر مما عليه في السطح الأعلى مما يؤدي إلى تولد فرق في الضغط بين سطحي جناح الطائرة ونشوء قوة في اتجاه الأعلى تسمى قوة الرفع. إذ تساعد هذه القوة على رفع الطائرة لاحظ الشكل (20-3)



الشكل (20-3)

رسالة عبر التأريخ من الأجداد إلى الأبناء:
إن قصر الحمراء في الأندلس (إسبانيا حاليا) فيه ساعة مائية على شكل نافورة (فوارة) تعمل لحد الآن, توضح مدى تقدم المسلمين في مضمار الموائع, وعندما تعطلت في نهاية القرن العشرين احتاجت حكومة إسبانيا إلى خبراء من انحاء العالم لصيانتها وإعادة تشغيلها.


بهو الأسود أشهر أجنحة قصر الحمراء

دانيال برنولي 1700-1782
كتب في الموائع الساكنة وحركتها وملاحظات عن لزوجة السوائل وحركتها حاول أن يضع توضيحاً لسلوك الغازات ويُعَدُّ أول من فكر بالنظرية الحركية للغازات المعروفة.

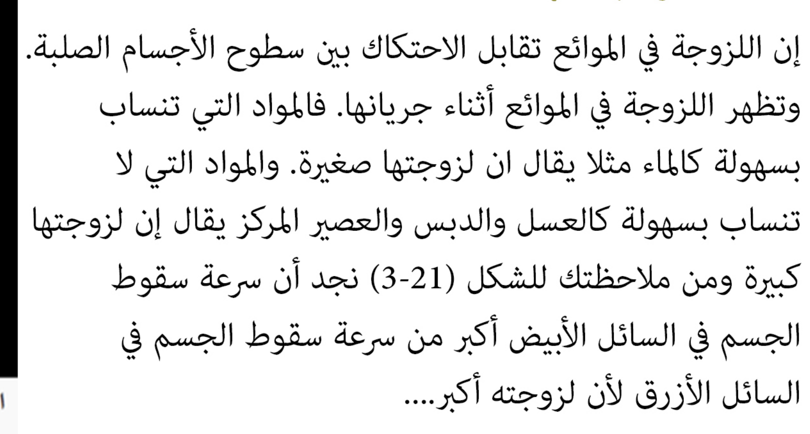
اللّزوجة

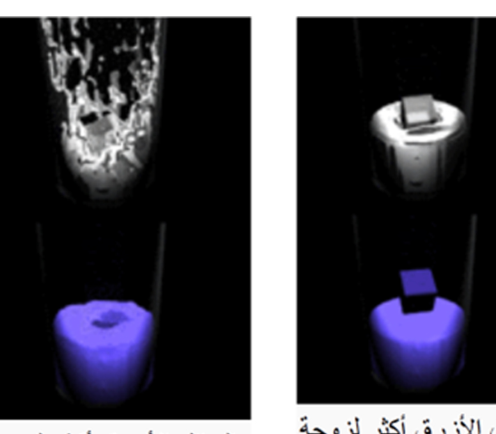
الأهداف من الدرس :

- يُعرِّف اللزوجة وعلى ماذا تعتمد.
- يُميِّز بين لزوجة السوائل ولزوجة الغازات.

11-3 اللّزوجة Viscosity:

إن اللزوجة في الموائع تقابل الاحتكاك بين سطوح الأجسام الصلبة. وتظهر اللزوجة في الموائع أثناء جريانها. فالمواد التي تنساب بسهولة كالماء مثلا يقال ان لزوجتها صغيرة. والمواد التي لا تنساب بسهولة كالعسل والدبس والعصير المركز يقال إن لزوجتها كبيرة ومن ملاحظتك للشكل (3-21) نجد أن سرعة سقوط الجسم في السائل الأبيض أكبر من سرعة سقوط الجسم في السائل الأزرق لأن لزوجته أكبر....


السائل الأزرق أكثر لزوجة من السائل الأبيض.


السائل الأزرق أكثر لزوجة من السائل الأبيض.

الشكل (3-21)

ويقصد باللزوجة: قوة الاحتكاك بين طبقات المائع الواحد وبين طبقات المائع وجدران الأنبوب الذي يحتويها.

وقد وجد تجريبياً أن لزوجة المائع تعتمد على:

1 - نوع المائع.

2 - درجة حرارته.

وأن لزوجة السوائل تقل بارتفاع درجة حرارتها. اذ بارتفاع درجة حرارة السائل تزداد طاقة حركة جزيئاته, كما يعمل على اضعاف قوة التماسك بينها. ويقلل مقاومتها لحركة جزيئات السائل وبذلك تقل اللّزوجة. أما في الغاز فإن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من احتمالية تصادم جزيئاته معاً. مما يعني زيادة مقاومة الجزيئات لحركة بعضها. وهذا يعني زيادة لزوجة الغاز.

إن وحدات اللزوجة في نظام SI هي (Pa.s) وتسمى بوازيل.



ما نوع زيت المُحرِك الذي تنصح سائق السيارة باستعماله شتاءً وصيفاً, ولماذا؟

مختبر الفيزياء في بيتي

- نأخذ كيساً رقيقاً ذا حجم كبير.
- نثبت على فوهة الكيس قصبتين لرشف العصير مُكّونتان علامة زائد ترتبطان مع بعضهما في الوسط
- نأخذ شمعة صغيرة مناسبة تثبت بشكل عمودي في موضع تقاطع القصبتين بحيث يكون رأس الشمعة داخل الكيس.
- يمسك الكيس من الأعلى ثم توقد الشمعة.
- دون ملاحظاتك ومشاهداتك بعد ذلك.



الشكل (3-22) اناس يعملون في مجال الموائع



مشغولة معدنية حمراء من السخونة تدخل إلى مكبس حدادة

مزهرية نحاسية مصنعة بالتدويم



رجال اطفاء

- ضغط السائل الساكن يعطى على وفق العلاقة التالية

$$P = \rho g h$$

- الضغط الجوي هو وزن عمود الهواء المسلط عمودياً على وحدة المساحة من السطح. ويقاس الضغط الجوي بجهاز المرواز (البارومتر).
- السائل المحصور عندما يسلط عليه ضغط خارجي. فإن هذا الضغط ينتقل بالتساوي فإن أجزاء السائل وجدران الإناء الذي يحتويه(الضغط الإضافي المسلط على سائل محصور ينتقل الى جميع اجزاء السائل من دون نقص).

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

- مبدأ أرخميدس: إذا غُمِر جسم جزئياً أو كلياً في مائع فإنه يفقد من وزنه بقدر وزن المائع المزاح.

وزن الجسم في الهواء – وزن الجسم في المائع = حجم الجسم × الكثافة الوزنية للمائع

- من المشاهد المألوفة التي تعزى للشد السطحي هي ظاهرة ارتفاع أو انخفاض السائل في الأنابيب الزجاجية الضيقة (الشعرية) التي تدعى بالخاصية الشعرية.
- معدل تدفق كمية المائع من أي مقطع داخل الأنبوب الذي له مدخل واحد ومخرج واحد يبقى ثابتاً.

مساحة المقطع الصغير (A_2) × سرعة الجريان (v_2) = مساحة المقطع الكبير (A_1) × سرعة الجريان (v_1)

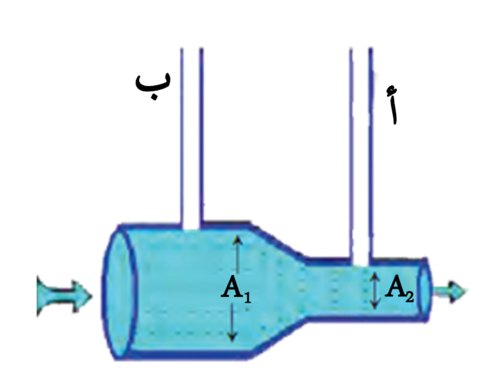
- معادلة برنولي يمكن كتابتها بالصيغة الآتية:
مجموع الضغط والطاقة الكلية لوحدة الحجوم تساوي مقدار ثابت في النقاط جميعها على
طول مجرى المائع المثالي والصيغة الرياضية لها هي:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1{}^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2{}^2 + \rho g h_2$$

- اللزوجة: هي قوة الاحتكاك بين طبقات المائع الواحد وبين طبقات المائع وجدران الانبوب الذي يحتويها. وقد وجد تجريبياً أن لزوجة المائع تعتمد على:
١ – نوع المائع.
٢ – درجة حرارته.
- لزوجة السائل تقل بزيادة درجة الحرارة، ولزوجة الغاز تزداد بزيادة درجة الحرارة.

س1/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 - يُبيّن الشكل المجاور سائل مهمل اللزوجة يجري جرياناً منتظماً في أنبوب مساحة مقطعه متغيرة فإن:



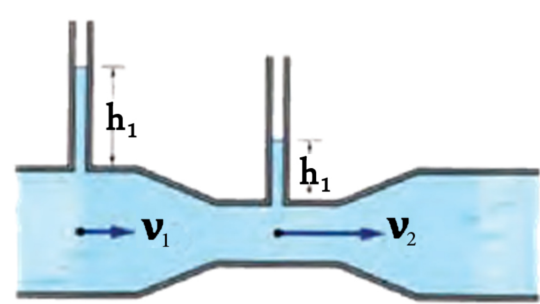
أ. ضغط السائل في المقطع A_1 أصغر من ضغط السائل في المقطع A_2 .

ب. ارتفاع السائل في الأنبوب أ يساوي ارتفاع السائل في الانبوب ب.

ج.معدل جريان السائل في المقطع A_1 hكبر من معدل جريانه في المقطع A_2 .

د. ارتفاع السائل في الأنبوب أ أكبر من ارتفاع السائل في الأنبوب ب.

2 - أنبوب أفقي يجري فيه مائع تناقص قطره من 10cm إلى 5cm فأي العبارات الآتية صحيحة:



أ. تزداد سرعة المائع وضغطه.

ب. تقل سرعة المائع وضغطه.

ج.تزداد سرعة المائع ويقل ضغطه.

د. تقل سرعة المائع ويزداد ضغطه.

3 - الضغط المسلط على مائع محصور ينتقل في جميع الإتجاهات ومن غير نقصان حسب:

أ. مبدأ ارخميدس.

ب. مبدأ باسكال.

ج.تأثير برنولي.

معادلة استمرارية الجريان.

4 - في الشكل المجاور أنبوب أفقي يجري فيه مائع غير قابل للانكباس. فاذا كانت   فإن   تساوي:

أ. $1N/s$.

ب. $2N/s$.

ج. $3N/s$.

د. $4N/s$.

5 - يتوقف مقدار الفقدان من وزن الجسم الغاطس في سائل على:

أ. كتلة الجسم.

ب. وزن الجسم.

ج. شكل الجسم.

د. حجم الجسم.

6 - يستند مبدأ برنولي إلى:

أ. قانون حفظ الطاقة.

ب. مبدأ أرخميدس.

ج. مبدأ باسكال.

د. الأنابيب الشعرية.

7 - يطلق اسم الموائع على السوائل والغازات لامتلاكها خاصية الجريان بسبب:

أ. كبر الاحتكاك الداخلي بين جزيئاتها.

ب. كبر المسافات البينية بين جزيئاتها

ج. كبر القوة الجزيئية بين جزيئاتها

د. قلة الاحتكاك الداخلي بين جزيئاتها.

8 - للموائع قوة ترفع الأجسام المغمورة فيها إلى الأعلى تسمى:

أ. قوة الطفو.

ب. قوة الجاذبية.

ج. قوة الاحتكاك.

د. القوة الضاغطة.

9 - أحد التطبيقات الآتية لا تعتمد على تأثير برنولي:

أ. الزورق الشراعي.

ب. الطائرة.

ج.المكبس الهايدروليكي.

د. المرذاذ.

10 - حوض سباحة طوله 100m وعرضه 20m وارتفاع الماء فيه 5m, فان الضغط على قاعدة الحوض تساوي:

أ. 95×10^{6} N\m^{2}.

ب. 98×10^{2} N\m^{2}.

ج. 49×10^{3} N\m^{2}.

د. 49×10^{6} N\m^{2}.

11 - عند تدفق سائل في وعاء مغلق كما في الشكل المجاور. من خلال صنبور جانبي نلاحظ ارتفاع السائل في الأواني المختلفة بالمقدار نفسه, يمكن تفسير ذلك تبعاً لـ:

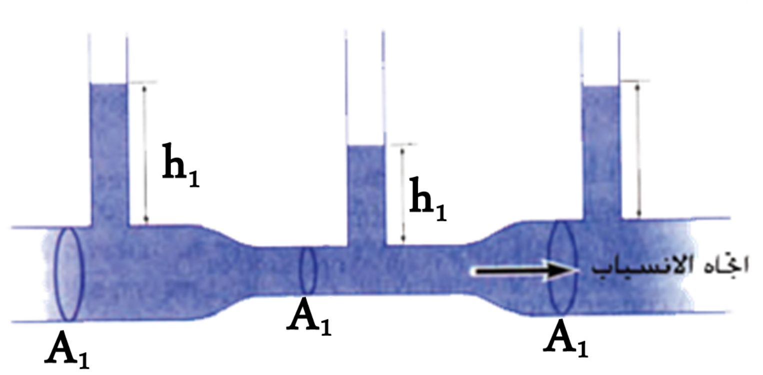
أ. مبدأ أرخميدس.

ب. مبدأ باسكال.

ج.الضغط الجوي.

د. ضغط السائل.


12 - من الشكل المجاور أي من العلاقات الآتية صحيحة:



أ. $h_1 = h_3$

ب. $h_1 < h_3$

ج. $h_1 > h_3$

د. $h_1 < h_2$

13 - إذا غمر جسم وزنه mg في سائل وبقي معلقاً داخل السائل في حالة توازن فان قوة الطفو (F_B) هي:

أ. $F_B < mg$

ب. $F_B = mg$

ج. $F_B > mg$

د. $F_B = 2mg$

14 - عند وصف الجريان المنتظم لمائع في لحظة ما, يتطلب معرفة:

أ. كثافته ووزنه وضغطه.

ب. كثافته وسرعة جريانه فقط.

ج. كثافته وحجمه وضغطه.

د. ضغطه وكثافته وسرعة جريانه.

15 - لو غمر جسم في سائل وكانت كثافة هذا الجسم أكبر من كثافة السائل, فالجسم:

أ. يطفو على سطح السائل.

ب. يغطس كلياً في السائل.

ج. يبقى معلقاً في داخل السائل وفي حالة توازن.

د. يبقى مغموراً جزئياً داخل السائل.

س2/ علل ما يأتي:

1 - يمكن وضع شفرة حلاقة على سطح ماء ساكن من غير أن تغطس؟

2 - يلتصق قميص السباحة بجسم السابح عند خروجه من الماء ولا يلتصق إذا كان مغموراً فيه؟

3 - عند الضغط بالأصبع على السطح الداخلي لخيمة أثناء هطول المطر ينساب الماء من ذلك الموضع؟

4 - تقعر سطوح بعض السوائل التي تلامس جدران الأوعية الشعرية؟

5 - تطاير سقوف الأبنية المصنوعة من صفائح الألمنيوم في الاعاصير؟

6 - يتألم السابح الحافي من الشاطئ الخشن ويقل ألمه كلما تغلغل في الماء؟

س1/ حوض لتربية الأسماك على شكل متوازي مستطيلات طوله 20m وعرضه 12m وارتفاع الماء فيه 5m احسب.

أ- الضغط على قاعدة الحوض.

ب- القوة المؤثرة على القاعدة.

أ- الجواب: $94000 N/m^2$

ب- ق= 1176×10^4 N

س2/ اذا كانت قراءة المرواز الزئبقي 75cm, فما مقدار الضغط الجوي بوحدة الباسكال؟

الجواب : $P_o = 99960$ Pa

س3/ مكبس في جهاز هيدروليكي مساحة مكبسه الكبير تبلغ 50 مرة بقدرة مساحة مكبسه الصغير, فإذا كانت القوة المسلطة على المكبس الكبير 6000N. احسب القوة المسلطة على المكبس الصغير؟

الجواب: F= 120N

س4/ شخص يكاد أن يطفو مغموراً بأكمله في الماء فإذا كان وزن الجسم 600N, احسب حجمه؟ على فرض أن $g = 10 m/s^2$

الجواب: $V = 0.06 m^3$

س5/ جسم صلب وزنه بالهواء 20 نت وفي الماء 15 نت احسب حجم الجسم؟

الجواب: $V = 5 \times 10^{-4} m^3$



تساؤلات

- عندما يسخن الماء, ما الذي يتغير فيه, شكله؟ أم كتلته؟ أم ماذا؟
- تخيل أن مسماراً سخن إلى درجة الاحمرار ومسماراً مشابه له برد في داخل ثلاجة هل سيختلفان بالوزن؟
- عند مشاهدة منطاد يرتفع في السماء ما الذي يحصل في هواء المنطاد؟
- عند قذف شخص بقطعة ثلج كتلتها 1 كغم يختلف عن قذفه بـ 1kg من الماء, كيف سيكون تصرف المادة.



الوحدة الرابعة

الحرارة

مفردات الوحدة

4-1 كمية الحرارة والحرارة النوعية.
4-2 السعة الحرارية.
4-3 الاتزان الحراري.
4-4 تأثير الحرارة على المواد.
4-5 تغير حالة المادة.

الوحدة الرابعة

المصطلحات العلمية

Quantity of heat	كمية الحرارة
Specific heat	الحرارة النوعية
Heat capacity	السعة الحرارية
Thermal equilibrium	الاتزان الحراري
Latent heat	الحرارة الكامنة
Thermal expansion	التمدد الحراري
Phase change	تغير حالة المادة
Latent heat of fusion	الحرارة الكامنة للانصهار
Latent heat of vaporization	الحرارة الكامنة للتبخر

الأغراض السلوكية

بعد دراسة الوحدة ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- ✓ يُعرّف كمية الحرارة.
- ✓ يُعرِّف الحرارة النوعية.
- ✓ يُوضِّح تأثير الحرارة على المواد.
- ✓ يُميِّز بين أنواع تمدد الأجسام (تمدد طولي, تمدد سطحي, تمدد حجمي).
- ✓ يُميِّز بين التمدد الحقيقي والتمدد الظاهري للسائل.
- ✓ يُعدِّد بعض التطبيقات العملية لتمدد المواد.
- ✓ يُميِّز بين التبخر والغليان.
- ✓ يُعرِّف الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتبخر.

كمية الحرارة

الأهداف من الدرس :

- يشرح كمية الحرارة.
- يُعرّف الحرارة النوعية.
- يشرح العوامل المؤثرة على كمية الحرارة.

4-1 كمية الحرارة والحرارة النوعية للمادة Quantity of heat and specific heat:

درست سابقاً أن المادة مكونة من جزيئات وهذه الجزيئات تمتلك طاقة حركية وكذلك طاقة كامنة وأن مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة لهذه الجزيئات تسمى الطاقة الداخلية لها, لذا فعندما نسخن المادة فإنّ مُعدَل طاقتها الداخلية تزداد بزيادة درجة حرارتها, وعليه فإنّ كمية الحرارة التي تحتاجها المادة لتسخينها ورفع درجة حرارتها مقداراً معيناً يعتمد على مقدار هذا التغير فتزداد بزيادته وتقل بنقصانه أي أن كمية الحرارة تتناسب مع التغير في درجة حرارة المادة.

إذا أخذنا مقادير مختلفة من مادة معينة, وحاولنا رفع درجة حرارتها إلى الدرجة نفسها, فإننا نحتاج إلى كميات متفاوتة من الحرارة تتناسب وكتل هذه المواد, وبما أن كتلة المادة تعتمد على عدد الجزيئات المكونة لها وبالتالي تعتمد كمية الحرارة اللازمة لزيادة الطاقة الداخلية لهذه الجزيئات على كتلة المادة أي أن كمية الحرارة تتناسب وكتلة المادة.إذا أخذنا كتلاً متساوية لمواد مختلفة وحاولنا رفع درجة حرارتها بالمقدار نفسه نلاحظ أنها تحتاج كميات متفاوتة من الحرارة, على الرغم من تساوي كتلها ومقدار التغير في درجة حرارتها, وهذا يعود إلى اختلاف نوع المادة.فإذا أعطينا كميتين متساويتين من الحرارة لكتلتين متساويتين من مادتين مختلفتين (ليس من الضروري أن ترتفع درجة حرارتيهما بالمقدار نفسه) فعلى سبيل المثال

إذا أخذنا وعاء من الألمنيوم يحتوي كمية من الماء لهما الكتلة نفسها ووُضعِا على مصدر حراري, نلاحظ بعد فترة أن الوعاء أصبح ساخناً ولا يمكن لمسه, بينما الماء بداخله لا يزال فاتراً, أي أن كمية الحرارة التي اكتسبها الوعاء أحدثت ارتفاعاً في درجة حرارته أكثر من الارتفاع الذي أحدثته الكمية نفسها من الحرارة في درجة حرارة الماء على الرغم من تساوي كتلتيهما. نستنتج مما سبق أن كمية الحرارة اللازمة لتسخين جسم تعتمد على:

1 - كتلة الجسم.
2 - التغير في درجة حرارته.
3 - نوع المادة المصنوع منها

هل تعلم؟

- تقاس الطاقة الحرارية بوحدات الجول مثلا لو احترق عود كبريت كامل فانه ينتج حوالي 2000J..

والحرارة هي مجموع الطاقة الحركية والكامنة التي تمتلكها جميع جزيئات الجسم وتقاس بالجول أو السعرة وتزداد وتقل بتغير درجة الحرارة ولحساب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جسم كتلته ك من درجة حرارية معينة T_1 إلى درجة حرارة T_2.

حساب كمية الحرارة = كتلة الجسم × الحرارة النوعية للمادة × التغير في درجات الحرارة.

$$Q = mC_p \Delta T = mC_p (T2-T1)$$

حيث أن (C_p) هي الحرارة النوعية للمادة مقاسة عند ضغط ثابت وتعرف بالحرارة النوعية :

الحرارة النوعية (C_p): بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة كيلو غرام واحد من المادة درجة سيليزية واحدة وتقاس بوحدات J/kg°c.

ومن الجدير بالذكر أن إشارة كل من ΔT و حر تكون موجبة عندما تكتسب المادة طاقة حرارية من المحيط فترتفع درجة حرارتها وتكون بإشارة سالبة عندما تفقد المادة طاقة حرارية إلى المحيط فتنخفض درجة حرارتها.

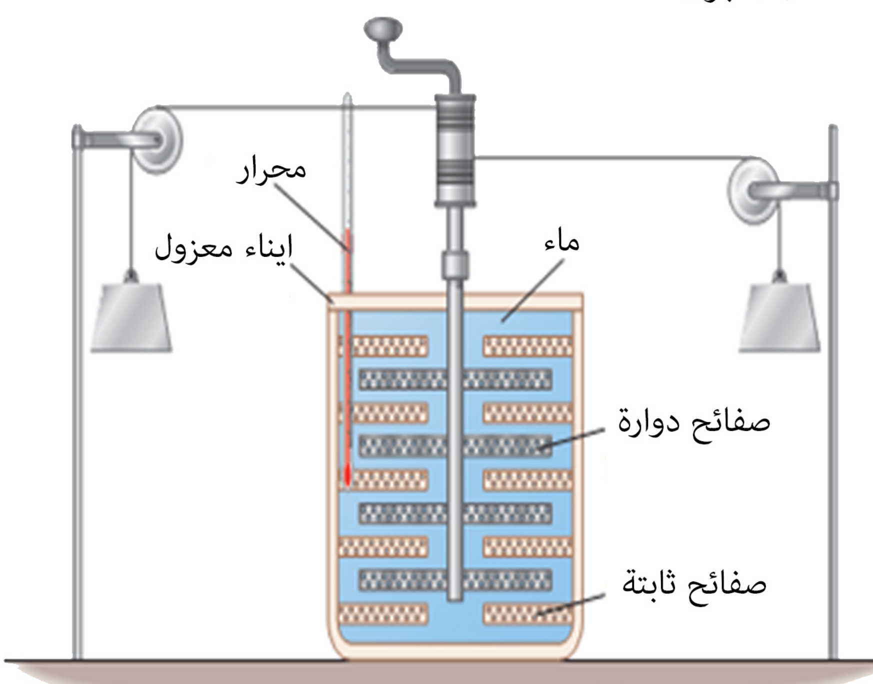
هل تعلم؟

- كمية الحرارة تقاس بوحدات السعرة, والسعرة الحرارية الواحدة تساوي 4.2 جول أي أن السعرة الواحدة = 4.2 جول. ويسمى مكافئ جول.

جيمس جول(1818 - 1889م)

إنكليزي أثبت عملياً أن الشغل يتحول إلى حرارة بدأ بحوثه العلمية باختراع آلة كهرومغناطيسية أسهمت في ميادين الحرارة والكهربائية.

أول من عين المكافئ الميكانيكي الحراري وأطلق اسمه على وحدة الشغل (الجول).



الشكل (1-4) الجهاز الذي استخدمه جول لتعيين المكافئ الميكانيكي

السعة الحرارية

الأهداف من الدرس :

- يُعرِّف السعة الحرارية.
- يُطبِّق علاقة لحساب السعة الحرارية.

4-2 السعة الحرارية Heat capacity:

لقد ارتبطت الحرارة النوعية برفع درجة حرارة كيلو غرام واحد من الجسم درجة سيليزية واحدة ولكننا نطلق على كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم بكامله درجة سيليزية واحدة بالسعة الحرارية للجسم ويمكن حسابها باستخدام العلاقة الآتية:

كمية الحرارة = كتلة الجسم × الحرارة النوعية × التغير في درجات الحرارة.

كمية الحرارة = السعة الحرارية × التغير في درجات الحرارة

أي أن:

السعة الحرارية = كتلة الجسم × الحرارة النوعية

$$C = m\, C_p$$

حيث **C** : السعة الحرارية للمادة

وتُعرَّف السعة الحرارية لكتلة معينة من المادة بأنها: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الكتلة جميعها من المادة درجة سيليزية واحدة ووحدة قياسها هي J/°c.



- **تعتمد الحرارة النوعية على نوع المادة فحسب وتختلف السعة الحرارية باختلاف كتلة الجسم ونوع مادته.**

الجدول (1) يوضح الحرارة النوعية لمواد مختلفة

المادة	الحرارة النوعية J/kg.°c	المادة	الحرارة النوعية J/kg.°c
الماء نقي عند 15°c	4186	زجاج	837
الجليد 0°c	2093	الفولاذ	500
البخار الماء عند 100°c	2010	الحديد	448
الخشب	1750	النحاس	387
الألمنيوم	900	الفضة	234

مثال 4-1

ما مقدار الطاقة الحرارية لرفع درجة حرارة 3kg من الألمنيوم من 15°c إلى 25°c علماً بأن الحرارة النوعية للألمنيوم 900J/kg °c:



كتلة الألمنيوم m= 3kg.

درجة الحرارة الإبتدائية (قبل التسخين) للألمنيوم $T_1 = 15°c$.

درجة الحرارة النهائية (بعد التسخين) للألمنيوم $T_2 = 25°c$.

الحرارة النوعية للألمنيوم $C_p = 900\ J/kg°c$.

وطبقاً للمعادلة:

$$Q = mC_p(T2-T1)$$

$$Q = 3\ kg \times 900\ \ J/kg°c \times (25-15)$$

$$Q = 27000J$$ مقدار الطاقة الحرارية

من ملاحظتك للجدول (1) تجد أن الحرارة النوعية للماء أكبر منها لجميع المواد المستعملة في حياتنا اليومية, يساعدنا هذا في تفسير الكثير من الظواهر ألتي سنها الخالق سبحانه في مخلوقاته كما يفيد في العديد من التطبيقات الحياتية ومنها:

1 - تأثيره على المناخ (نسيم البر والبحر) لاحظ الشكل (2-4)

2 - استعماله في عملية تبريد محرك السيارة.

3 - تبريد الآلات في المصانع باستعمال الماء.

4 - إطفاء الحرائق.

5 - محافظة الحيوانات على درجة حرارتها بالتعرق.



الشكل (2-4)

وهذا الارتفاع في مقدار الحرارة النوعية للماء ليس صدفة بل هو تقدير الهي دقيق وحكمة بالغة

إذ قال تعالى: ﴿ إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴾

سورة القمر: ٤٩

مثال 2-4

ما السعة الحرارية لقطعة من الحديد كتلتها 4kg وحرارتها النوعية448J/kg°c؟



السعة الحرارية = الكتلة × الحرارة النوعية

$C= m\,C_p$

$C= 4kg \times 448J/kg\,°c$

$C= 1792J\backslash°c$ السعة الحرارية

سؤال

إذا كانت لديك ثلاث قطع معدنية مختلفة وزودت بكمية الحرارة نفسها فارتفعت درجة حرارتها كما مبين في الشكل الآتي فأي القطع لها سعة حرارية اكبر؟؟ فسر اجابتك؟

$\Delta T = 5\ °c$ $\Delta T = 9\ °c$ $\Delta T = 3\ °c$

الاتزان الحراري

الأهداف من الدرس :

- يُوضِّح مفهوم الاتزان الحراري.
- يُطبِّق علاقة الاتزان الحراري.

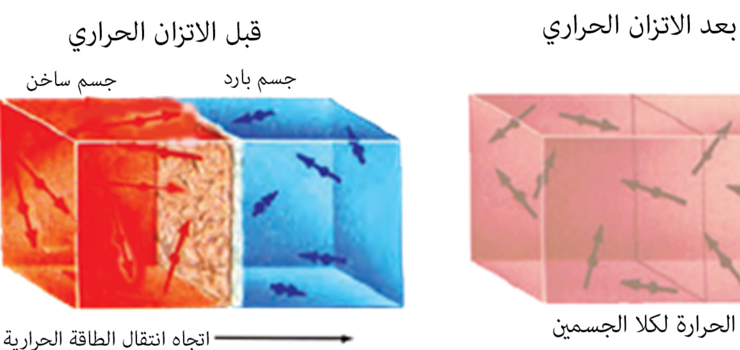
4-3 الاتزان الحراري Thermal equilibrium:

كما هو معروف أن الحرارة نوع من أنواع الطاقة والطاقة لا تفنى ولا تستحدث. فإن الحرارة أيضاً لا تفنى ولا تستحدث بل تنتقل من جسم إلى آخر. وعلى فرض أن الجسمين معزولين حرارياً عن الوسط الذي حولهما (أي لا يوجد تبادل حراري مع الوسط المحيط) لاحظ الشكل (4-3).

حينئذٍ نقول أن الجسمين في حالة اتزان حراري. كذلك عند مزج سائلين معاً تنتقل الحرارة من السائل الساخن إلى السائل البارد ويستمر التدفق الحراري حتى تتساوى درجة حرارة السائلين ويحدث اتزان حراري في النظام المعزول أي تكون:

كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة

Heat lost= Heat gained

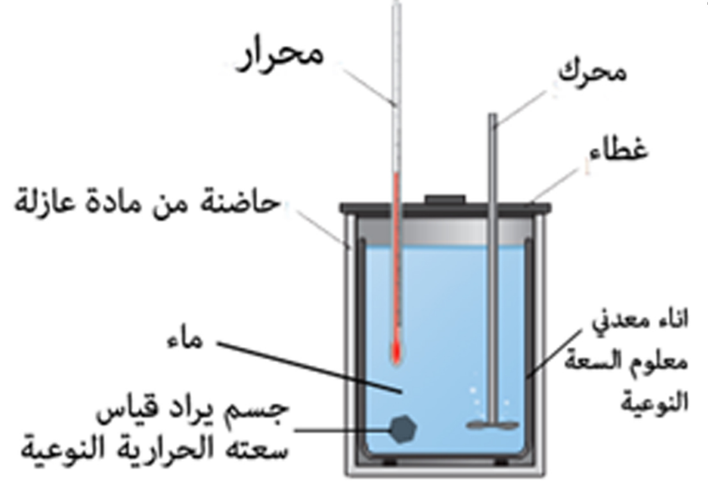





الشكل (4-3)

ومن الجدير بالذكر ان قياس الحرارة النوعية لمادة معينة يتم باستعمال المسعر كحاوية للماء معزولة حرارياً ويتركب المسعر لاحظ الشكل (4-4) من وعاء رقيق مصنوع من فلز جيد التوصيل للحرارة مثل النحاس ويحيط به وعاء آخر من الفلز نفسه وتفصل بينهما مادة عازلة للحرارة مثل اللباد أو نشارة خشب من اجل عزل الإناء الداخلي ومحتوياته عن الوسط المحيط به حرارياً وله :

المُحرِك لتحريك المواد الممزوجة معاً.



الشكل (4-4) المسعر

مثال 4-3

مكعب من الألمنيوم كتلته (0.5kg) عند درجة حرارة (100°c) وضع داخل وعاء يحتوي على (1kg) من الماء عند درجة حرارة (20°c), (افترض عدم حصول ضياع للطاقة الحرارية إلى المحيط) احسب درجة الحرارة النهائية (الالمنيوم والماء) عند حصول التوازن الحراري (أي تتساوى درجة حرارة الألمنيوم والماء).
(علماً بأن الحرارة النوعية للماء (4200J/kg°c) والحرارة النوعية للألمنيوم (900J/kg°c))



نفرض أن درجة الحرارة النهائية للمجموعة = T°c.
فإن درجة حرارة الألمنيوم تنخفض بمقدار (T - 100)°c
وأن درجة حرارة الماء ترتفع بمقدار (T - 20)°c.
نطبق المعادلة الآتية:
كمية الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء = كمية الطاقة الحرارية التي يفقدها الالمنيوم

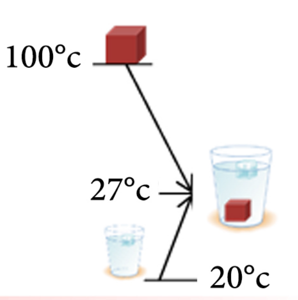
$mC_p(T2-T1)= mC_p(T2-T1)$

$0.5 \times 900(T - 100) = 1 \times 4200(T - 20)$

$45000 - 450T = 4200T - 84000$

$T = 129000 \backslash 4650$

$T = 27.7°c$ درجة الحرارة النهائية للمجموعة



مثال 4-4

احسب السعة الحرارية لمسعر من النحاس فيه ماء كتلته 100kg بدرجة حرارة 10°c, أضيف إليه كمية ماء أُخرى كتلتها 100kg بدرجة حرارة (80°c) فأصبحت درجة حرارة الخليط النهائية (38°c)؟



نفرض أن السعة الحرارية للمسعر هي C
كمية الحرارة المكتسبة:
كمية الحرارة التي اكتسبها الماء البارد = الكتلة × الحرارة النوعية للماء ×التغير في درجة الحرارة

$Q_1= mC_p(T2-T1)$

$Q_1= 0.1 \times 4200 \ (38-10)$

$Q_1= 11760J$

كمية الحرارة التي اكتسبها المسعر = السعة الحرارية للمسعر×التغير بدرجة الحرارة

$Q_2= C(T2-T1)$

$Q_2= 28C$

كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن = الكتلة × الحرارة النوعية ×التغير في درجة الحرارة

$Q_3= mC_p(T2-T1)$

$Q_3= 0.1 \times 4200 \ (38-80)$

$Q_3= -17640J$

عند الاتزان الحراري [كمية الحرارة المكتسبة $(Q_2 + Q_1)$= كمية الحرارة المفقودة (Q_3)]

$Q_3 = Q_1 + Q_2$

$17640 = 11760 + 28C$

$\therefore C = 5880/28 = 210J\backslash°c$ السعة الحرارية للمسعر.

تأثيرات الحرارة

الأهداف من الدرس :

- يُميز أنواع التمدد الحراري (طولي, سطحي, حجمي) للأجسام الصلبة.
- يُعدِّد تطبيقات التمدد الحراري.

4-4 تأثير الحرارة على المواد:

تمدد المواد بالحرارة: عند رفع درجة حرارة المادة الصلبة أو السائلة أو الغازية يزداد معدل الطاقة الحركية للجزيئات فيزداد التباعد فيما بينها فيحصل التمدد ولكن هذا التمدد يختلف باختلاف حالة المادة فتمدد الغازات يكون أكبر مما هو عليه في السوائل وتمدد السوائل أكبر مما هو عليه في الصلب إذا كانت الحرارة المكتسبة متساوية في الحالات الثلاث للمادة.

أ-تمدد المواد الصلبة: التمدد يعني زيادة في أبعاد المادة وعليه فهناك:

- تمدد طولي: زيادة في طول الساق (التمدد في بعد واحد).
- تمدد سطحي: زيادة في مساحة السطح (التمدد في بعدين).
- تمدد حجمي: زيادة في حجم الجسم (تمدد في ثلاثة أبعاد).

التمدد الطولي: نفرض أن الطول الأصلي لجسم هو ل وبزيادة درجة الحرارة بمقدار ΔT يحدث زيادة في الطول مقدارها ΔL.

التغير في الطول = معامل التمدد الطولي ×الطول الأصلي × التغير في درجة الحرارة

$$\Delta L = \propto L\ \Delta T$$

إذ إن:

ΔL = الطول الجديد – الطول الأصلي.

$\propto$ = معامل التمدد الطولي ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$\propto = \frac{1}{L} \times \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

فإنّ معامل التمدد الطولي($\propto$) هو مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة الطول من المادة عند تسخينها درجة سيليزية واحدة ويقاس بوحدة $1/°c$ وتختلف باختلاف المواد. لاحظ الجدول (2)

الجدول (2) معامل التمدد الطولي لعدد من المواد

المادة	معامل التمدد الطولي ($\propto$) $1/°c$
الألمنيوم	24×10^{-6}
النحاس	17×10^{-6}
الفولاذ	12×10^{-6}
الزجاج	9×10^{-6}
الرصاص	29×10^{-6}
الاسمنت	12×10^{-6}

التمدد السطحي: تزداد مساحة أي سطح عندما ترتفع درجة حرارته. وعلى هذا الأساس تزداد المساحة السطحية A بمقدار ΔA نتيجة لارتفاع درجة الحرارة بمقدار ΔT. لاحظ الشكل (5-4). لذا فإن:

التغير في المساحة = معامل التمدد السطحي × المساحة الأصلية × مقدار التغير في درجة الحرارة

ΔA

A

$$\Delta A = \gamma A \, \Delta T$$

حيث أن ΔA = المساحة الجديدة − المساحة الأصلية

يسمى (γ) معامل التمدد السطحي ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$\gamma = \frac{1}{A} \times \frac{\Delta A}{\Delta T}$$

∴ **معامل التمدد السطحي (γ):** هو مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة المساحة من الجسم عندما ترتفع درجة الحرارة درجة سيليزية واحدة ويقاس بوحدة $1/°c$.

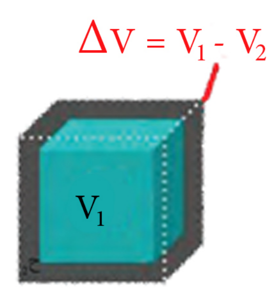
معامل التمدد السطحي للمادة = ضعف معامل التمدد الطولي لها.

$$\gamma = 2\propto$$

التمدد الحجمي: هو تغير حجم المادة مع تغير درجة الحرارة يوصف بوساطة معامل التمدد الحجمي للمادة (β) لاحظ الشكل (6-4) وهكذا يزداد حجم المادة ح بمقدار ΔV نتيجة لارتفاع درجة الحرارة بمقدار ΔT. لذا فإن:

التغير الحاصل في الحجم = معامل التمدد الحجمي ×الحجم الأصلي × مقدار التغير في درجة الحرارة

$\Delta V = V_1 - V_2$



$$\Delta V = \beta V \, \Delta T$$

حيث أن $\Delta V = V_2 - V_1$

يسمى (β) معامل التمدد الحجمي ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$\beta = \frac{1}{V} \times \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

∴ **معامل التمدد الحجمي (β):** بأنه مقدار الزيادة الحاصلة في وحدة الحجم من المادة عند ارتفاع درجة حرارته درجة سيليزية واحدة.

معامل التمدد الحجمي للمادة = ثلاثة أمثال معامل التمدد الطولي لها.

$$\beta = 3\propto$$

ومن التطبيقات المهمة على ظاهرة اختلاف تمدد المواد الصلبة بالحرارة:



الشكل (4-8)

• الاستفادة من مادتين مختلفتين لهما معامل تمدد حراري متساوٍ إذ يستثمر ذلك في صناعة المصابيح الكهربائية. إذ يمتلك زجاج المصباح معامل تمدد حراري مساوٍ لمعامل التمدد الحراري للسلك المستعمل فإن السلك الحامل لخويط المصباح والمغمور طرفه الآخر في زجاج المصباح عند تمدده يتمدد الزجاج بالمقدار نفسه لمنعها من كسر قاعدة المصابيح الزجاجية لاحظ الشكل (4-8).

كم روعي في تصميم الإنشاءات تمدد المواد بالحرارة تجنباً للمخاطر وذلك عن طريق وضع فراغات أو فواصل مناسبة في الجسور وترك مسافات بين خطوط سكك الحديد لاحظ الشكل (4-9).





الشكل (4-9)

هل تعلم؟

◀ أن زجاج البايركس يتحمل التغيرات السريعة في درجات الحرارة من دون أن ينكسر وذلك لكون معامل تمدده الطولي صغير قياساً لما هو عليه في حالة الزجاج الاعتيادي.

تمدد السوائل بالحرارة

الأهداف من الدرس :

- يُميِّز بين التمدد الحقيقي والتمدد الظاهري للسوائل.
- يُعدِّد العوامل التي يعتمد عليها تمدد الغاز

4-5 تمدد السوائل بالحرارة thermal expansion of liquid:

لما كان لابد من وجود إناء يحتوي السائل فعند تسخينه يتمدد كل من السائل والإناء تمدداً حجمياً فإذا ملأت إناء بالماء ووضعته على نار هادئة ستشاهد أن قسماً من الماء ينسكب أثناء التسخين. إن الزيادة التي تحصل في حجم السائل أكثر من الزيادة التي تحصل في حجم الوعاء الذي يحتويه لان معاملات التمدد الحجمية للسوائل أكبر من معاملات التمدد الحجمية للأجسام الصلبة. فما يشاهد من تمدد السوائل في الأواني هو التمدد الظاهري.

معامل التمدد الحجمي الظاهري (β_v) للسائل الذي في وعاء هو مقدار الزيادة الظاهرية في الحجم لكل درجة سيليزية واحدة.

معامل التمدد الحجمي الحقيقي (βr) للسائل الذي في وعاء هو مقدار الزيادة الحقيقية في الحجم لكل درجة سيليزية واحدة.

ويكون من الضروري معرفة ما يلي:

معامل التمدد الحقيقي للسائل > معامل التمدد الظاهري

معامل التمدد الحقيقي للسائل = معامل التمدد الظاهري + معامل التمدد الحجمي للإناء.

$$\beta r = \beta_v + 3\propto$$

الجدول (4) معامل التمدد الحجمي لعدد من السوائل

المادة	معامل التمدد الحجمي (β) $10^{-4}/°c$
الكحول	1.12
البنزين	9.6
غليسرين	4.85
الزيبق	1.85



عند وضع محرار زئبقي في سائل ساخن فإنه ينخفض قليلاً في البداية ثم يرتفع. لماذا؟

هل تعلم؟

- يفضل استعمال الزئبق في صنع المحارير على غيره من السوائل لأنه من السوائل منتظمة التمدد, أي أَن معامل التمدد الحقيقي له ثابت في الدرجات الحرارية المختلفة.

مثال 4-5

ملئ خزان بنزين السيارة حجمه 60L (لتر) بالبنزين تماماً عندما كانت درجة الحرارة 25°c ثم تركت السيارة تحت أشعة الشمس ساعات عدة إلى أن اصبحت درجة حرارة الخزان 45°c. احسب حجم البنزين المتوقع أن ينسكب من الخزان (اهمل تمدد الخزان). علماً أن معامل التمدد الحجمي للبنزين $\beta = 9.6\times10^{-4}\ /°c$



$$\Delta T = T_1 - T_2$$

$$\Delta T = 45-25 = 20°c$$

$$\beta = \frac{1}{V} \times \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

$$\Delta V = V\beta\Delta T = 60 \times 9.6 \times 10^{-4} \times 20$$

$\Delta V = 1.152L$ لتر

حجم البنزين المنسكب

جـ ــ تمدد الغازات:

تمدد الغازات أكثر من تمدد السوائل وأكثر من تمدد المواد الصلبة بسبب قلة القوى الجزيئية بين جزيئاتها. وتمتاز الغازات بتساوي معامل التمدد الحجمي لها جميعا عند ثبوت الضغط وقد ثبت أنَّ تمدد الإناء الحاوي على الغاز بتأثير الحرارة يكون صغيراً جداً قياساً لتمدد الغاز نفسه عندها يمكن اهمال تمدد الإناء وبهذا يعد التمدد الظاهري للغازات تمدداً حقيقياً.

وأن β لأي غاز يساوي $\frac{1}{273}\ /°c$ بثبوت الضغط.

تغير حالة المادة

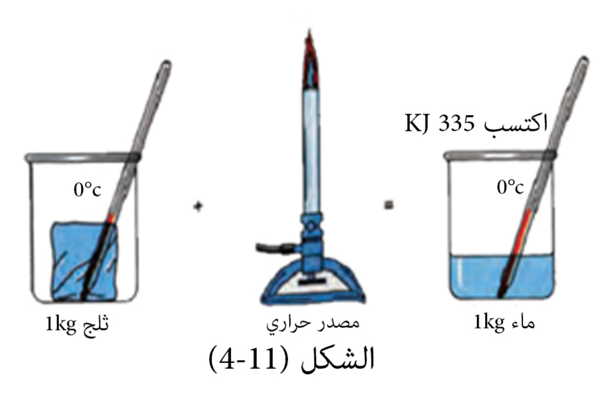
الأهداف من الدرس :

- يُعرِّف الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتبخر.
- يُميِّز بين التبخر والغليان.

4-6 تغير حالة المادة

الحرارة الكامنة للانصهار Latent heat of fusion:

إنَّ لكل مادة نقية درجة انصهار خاصة بها. وإن الأنواع المختلفة من المواد تحتاج إلى كميات مختلفة من الحرارة لإنصهار الكتل المتساوية منها. وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من حالة الصلابة إلى حالة السيولة وبدرجة الحرارة نفسها (مثلا درجة حرارة انصهار الجليد 0°c) وبثبوت الضغط بالحرارة الكامنة للإنصهار وتقاس بوحدات KJ/kg. لاحظ الشكل (4-11).



الشكل (4-11)

كمية الحرارة اللازمة لإنصهار المادة = الكتلة × الحرارة الكامنة للإنصهار

$$Q = m \times L_f$$

حيث أن:

m تمثل كتلة الجسم

L_f تمثل الحرارة الكامنة للإنصهار

الجدول (4) يُبيّن درجة انصهار عدد من المواد والحرارة الكامنة لانصهارها

المادة	درجة الانصهار °c	الحرارة الكامنة للانصهار KJ/kg
جليد	0	335
المنيوم	658.7	321
نحاس	1083	175
حديد	1535	96

مثال 4-6

احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل قطعة من الجليد كتلتها 25g بدرجة حرارة 0°c إلى ماء عند درجة الحرارة نفسها.



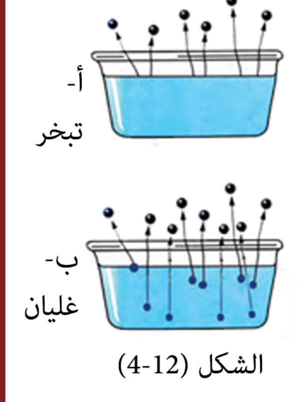
كمية الحرارة = الكتلة × الحرارة الكامنة للانصهار

$$Q = m \times L_f$$

$$Q = 0.025 \times 335$$

$$Q = 8.375KJ$$ كمية الحرارة اللازمة

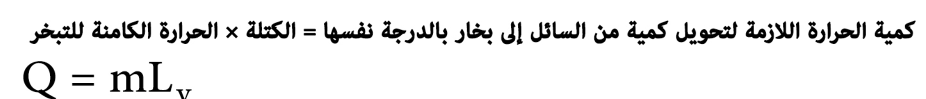
الحرارة الكامنة للتبخر latent heat of vaporization:



الشكل (4-12)

لقد درست سابقاً أن التبخر يحصل عند سطح السائل وبأي درجة حرارة شريطة أن تكون جزيئات السائل القريبة من السطح قد اكتسبت طاقة حركية كافية تجعلها تتغلب على القوة الموجودة بينها. فتتبخر وتصبح حرة الحركة فتنطلق خارج سطح السائل على شكل بخار, لاحظ الشكل (4-12 أ).

أما في حالة الغليان فإنْ جزيئات السائل جميعها (وليس فحسب السطحية منها) تكتسب طاقة حركية تجعلها تتغلب على القوة الموجودة بينها (قوى التماسك بين الجزيئات) والضغط المسلط عليها, فتتصاعد على شكل بخار لاحظ الشكل (4-12 ب) وتسمى درجة الحرارة التي يبدأ عندها السائل بالغليان بدرجة الغليان. وهي من الخواص الفيزيائية المميزة للمادة, إذ إن لكل مادة نقية درجة حرارة غليان خاصة بها عند ضغط جوي معين.وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من حالة السيولة إلى الحالة الغازية عند درجة الغليان بالحرارة الكامنة للتبخر لاحظ الشكل (4-13).


كمية الحرارة اللازمة لتحويل كمية من السائل إلى بخار بالدرجة نفسها = الكتلة × الحرارة الكامنة للتبخر

$$Q = mL_v$$

حيث أن: m تمثل كتلة الجسم

L_v تمثل الحرارة الكامنة للتبخر وتقاس بوحدات KJ/kg



الشكل (4-13)

الجدول (5) يُبيّن درجة غليان عدد من المواد والحرارة الكامنة للتبخر

المادة	درجة الغليان °c	الحرارة الكامنة للتبخر KJ/kg
الماء النقي	100	2260
الزئبق	357	284
النحاس	2300	4820
الحديد	3000	6290
الفضة	2100	2360

احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل 3kg من جليد درجة حرارته -30°c إلى بخار درجة حرارته 110°c علماً ان الحرارة النوعية للماء تساو 4200J/kg°c والحرارة الكامنة لتبخر الماء 2260KJ/kg والحرارة النوعية لبخار الماء 2010J/kg°c والحرارة الكامنة لانصهار الجليد 335KJ/kg والحرارة النوعية للجليد 2100J/kg°c.



كمية الحرارة الكلية = كمية الحرارة اللازمة لتسخين الجليد من -30°c إلى 0°c + كمية الحرارة اللازمة لتسخين الماء المنصهر إلى درجة حرارة 100°c + كميةالحرارة اللازمة للتبخر + كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة بخار الماء من 100°c إلى 110°c.

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

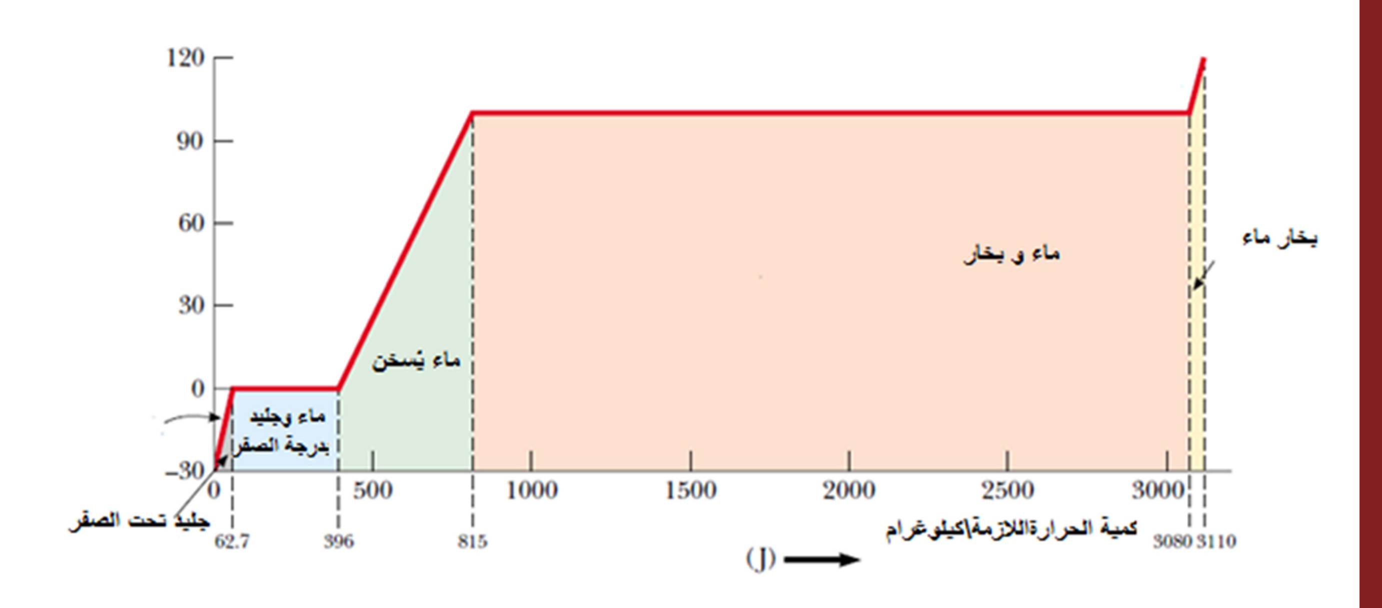
$$Q_T = mC_p(T_2 - T_1) + mL_f + mC_{p2}(T_3 - T_2) + mL_v + mC(T_4 - T_3)$$

$$Q = 3\times2100(0+30) + 3\times335000 + 3\times4200(100-0) + 3\times2260000 + 3\times2010(110-100)$$

$$Q = 189000+1005000+1260000+6780000+60300$$

$$Q = 9294300J$$

$$Q = 9294.3kJ$$ كمية الحرارة الكلية



الشكل (4-15)

مختبر الفيزياء في بيتي

(كن مُدهشاً)

- خذ كوبا أو إناءً ورقيا(المستخدم في شرب الشاي أو العصير في المحلات العامة)
- إملأ ثلثيه بالماء ثم ضع بيضة فيه.
- ضع الكوب على مصدر حراري كالطباخ أو المدفأة.
- وبعد عدة دقائق يمكنك ملاحظة أن البيضَة أصبحت جاهزة للأكل.
- سجل ملاحظاتك العلمية في تقريرك الخاص. ثم هل من الممكن وضع الكوب الورقي على المصدر الحراري من دون سائل كالماء.ناقش المسألة.
- هل من الممكن أن نستخدم مواد أُخرى مثل البلاستيك بدل الورق لإعادة التجربة؟

- كمية الحرارة تعتمد على كتلة الجسم, نوع مادة الجسم والتغير في درجات الحرارة وتقاس بالسعرة والجول. $Q=mC_p(T_2-T_1)$
- لكل مادة سعة حرارية نوعية خاصة بها تختلف عن غيرها من المواد.
- عند خلط مادتين مختلفتين في درجة الحرارة فإنه يحصل اتزان حراري إلى أن تتساوى حرارتيهما.
- قانون الاتزان الحراري: كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة.
- تأثيرات الحرارة في الأجسام كثيرة منها التغير في أبعاد الجسم فالمواد الصلبة لها تمدد طولي($\Delta L=\propto L\ \Delta T$) وسطحي ($\Delta A=\gamma A\ \Delta T$) وحجمي ($\Delta v=\beta v\ \Delta T$) أما السوائل فلها تمدد حقيقي وظاهري بينما الغازات لها تمدد حجمي ثابت قيمته 1/ 273 .
- تمدد الغازات أكبر من تمدد السوائل, وتمدد السوائل أكبر من تمدد الصلب.
- يستفاد من تمدد المواد الصلبة في تطبيقات عملية منها ترك فواصل بين السكك الحديد والجسور وصناعة المنظم الحراري.
- أن زجاج البايركس يتحمل التغيرات السريعة في درجات الحرارة من دون أن يتكسر وذلك لكون معامل تمدده الطولي صغير قياساً لما هو عليه في حالة الزجاج الإعتيادي.

- معامل التمدد السطحي= ضعف معامل التمدد الطولي.
- معامل التمدد الحجمي = ثلاثة أمثال معامل التمدد الطولي.
- معامل التمدد الحقيقي للسائل = معامل التمدد الظاهري + معامل التمدد الحجمي للإناء.
- عند وضع محرار زئبقي في سـائل سـاخن فانه ينخفض قليلاً في البداية ثم يرتفع بسـبب التمدد الحجمي للإناء, لأنّ الزجاج يتمدد في البداية ثم الزئبق.
- الفرق بين التبخر والغليان هو أن الأول على سطح السائل بينما الآخر يشمل جميع أجزاء السائل وفي درجة حرارة معينة ثابتة تسـمى درجة الغليان؟
- الحرارة الكامنة للتبخر هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من حالة السيولة إلى الغازية عند درجة الغليان للمادة.
- عند تحول المادة الصلبة إلى سائل باكتسابها الحرارة فإنها تنصهر لذا فان كمية الحرارة.

$$Q = m \times L_f$$

- عند اكتساب الجسم السائل للحرارة وتحوله إلى بخار فان كمية الحرارة.

$$Q = m \times L_v$$

تقويم الوحدة الرابعة

س1/ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 - حينما يبدأ الماء بالتحول من حالة إلى أُخرى فإنَّ درجة حرارته:

أ. ترتفع بمقدار درجة سيليزية واحدة.

ب. تتغير باستمرار.

ج. تنخفض بمقدار درجة سيليزية واحدة ثم تثبت حتى تتحول كمية الماء جميعها.

د. تبقى ثابتة حتى تتحول كمية الماء جميعها.

2 - عندما يتكثف البخار ويتحول إلى سائل فإنَّ:

أ. درجة حرارته ترتفع.

ب. درجة حرارته تنخفض.

ج. يمتص حرارة.

د. يبعث حرارة.

3 - عند ثبوت كل من الكتلة ودرجة الحرارة فإنَّ كمية الحرارة لجسم تتوقف على:

أ. حجم الجسم.

ب. شكل الجسم.

ج. نوعية مادة الجسم.

د. كل الاحتمالات السابقة.

4 - السعرة الواحدة تكافئ تقريباً:

أ. 4.2J

ب. 420J

ج. 4200J

د. 42000J

5 - عند تحول المادة من حالة السيولة إلى الحالة الغازية عند درجة حرارة الغليان يلزم تزويدها بكمية من الحرارة تساوي:

أ. حاصل ضرب كتلة المادة × الحرارة الكامنة للتبخر × درجة الحرارة.

ب. حاصل ضرب كتلة المادة × فرق درجات الحرارة.

ج. كمية الحرارة الكامنة للتبخر.

د. حاصل ضرب كتلة المادة × الحرارة الكامنة للتبخر.

س2/ قطعة من الذهب كتلتها 100kg ودرجة حرارتها 26°c وحرارتها النوعية 192J/kg°c احسب:

أ.السعة الحرارية للقطعة.

ب.درجة حرارة قطعة الذهب اذا زودت بكمية من الحرارة مقدارها 516J.

س3/ ما هي كمية الحرارة التي فقدتها كتلة 160kg من بخار ماء بدرجة 100°c حين أصبح الماء بدرجة 20°c؟

س4/ ما كمية الحرارة التي تكتسبها كمية من الماء كتلتها 200kg عندما ترتفع درجة حرارتها من 20°c إلى 80°c؟

س5/ ما كمية الحرارة التي يفقدها جسم من النحاس كتلته 500kg عندما تنخفض درجة حرارته من 75°c إلى 25°c؟ علماً أن السعة الحرارية النوعية للنحاس تساوي 387J/kg°c


تم بحمد الله